COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. Mathieu présente, de la part du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* pour l'année 1873; il renferme des notices scientifiques de M. Faye sur la constitution physique du Soleil, et des discours prononcés aux funérailles de MM. Laugier et Delaunay.

PHYSIQUE. — *Sur le condensateur magnétique* (4e Note); par M. Jamin.

« Dans la séance du 28 juin 1869, j'ai décrit une expérience que je demande la permission de rappeler à l'Académie, en y ajoutant les développements que j'y ai apportés depuis.

» Ayant suspendu à une potence un faisceau de dix lames d'acier, j'en entourai les deux branches par deux spirales inverses de fils de cuivre, qui pesaient 18 kilogrammes, et qu'un système de cordes et de poulies faisait mouvoir le long du faisceau.

» Quand cette double spirale était traversée par le courant d'une forte pile, elle aimantait énergiquement l'acier. On remarqua qu'elle était soutenue vers le tiers inférieur de l'aimant par l'attraction de celui-ci; on pouvait même la charger encore de 3 kilogrammes sans qu'elle tombât.

» Cet effet n'a de surprenant que son intensité. Suivant la théorie

d'Ampère, les courants particulaires de l'acier forment des solénoïdes parallèles à la spirale et qui l'attirent. Si celle-ci est au-dessous de l'aimant, elle est sollicitée à monter; quand on la met tout en haut, elle tend à descendre, et il y a une position d'équilibre intermédiaire. Son poids la fait baisser au-dessous de cette position, mais alors l'attraction de l'aimant la relève et la maintient. C'est la première fois, je crois, qu'on a pu exercer une attraction supérieure à 20 kilogrammes sur un courant. Je recommande cette expérience comme très-saisissante pour les cours.

» Je vis en second lieu que si l'on fixait sous les faisceaux pendant l'aimantation un contact de fer doux, il restait adhérent, après la rupture du circuit, avec une énergie considérable; il fallut pour l'arracher un poids égal à 750 kilogrammes. Après la séparation, on essaya de replacer le contact, mais l'aimant ne portait plus que 300 kilogrammes; j'expliquai alors cette différence en supposant qu'il se faisait entre l'aimant et son contact, pendant le passage d'un courant, une condensation véritable du magnétisme, qui persistait après la rupture du circuit, et j'annonçai que je continuerais cette recherche; c'est ce que j'ai fait avec persévérance, et j'apporte aujourd'hui à l'Académie une étude très-avancée de l'effet produit par un contact quand on l'approche peu à peu de l'aimant jusqu'à l'adhérence.

» Je place l'aimant horizontalement sur un chariot au-dessous de l'appareil que j'ai décrit dans l'une des dernières séances, et qui me permet d'étudier la distribution du magnétisme. Je fixe vis-à-vis, dans le même plan, et parallèlement aux extrémités, un prisme de fer doux de même épaisseur que l'aimant, d'une longueur égale à la distance extérieure des branches du fer à cheval, et dont la largeur est égale à 10 millimètres environ.

» On apprend dans tous les cours de Physique que, placé ainsi vis-à-vis de l'aimant, ce fer en subit l'influence; que ses extrémités prennent sur toutes leurs faces des pôles contraires à ceux qu'ils regardent, c'est-à-dire une *aimantation inverse*.

» D'un autre côté, M. du Moncel a démontré par des expériences irrécusables et faciles que si la tige de fer adhère à l'aimant, elle possède à ses deux bouts la même aimantation que les pôles qu'elle touche : *une aimantation directe*, et qu'elle sert pour ainsi dire à l'épanouissement de ces pôles.

» Si ces deux faits sont exacts, et ils le sont, il faut de toute nécessité que l'aimantation change de signe et soit nulle pour une position donnée; cela est vrai, en effet, et voici ce qu'on observe :

» Chaque pôle attire un magnétisme contraire sur l'extrémité du contact la plus voisine. Cet effet augmente avec le rapprochement, et comme il est plus énergique sur la face interne, celle qui regarde l'aimant, celle-ci prend bientôt tout le magnétisme contraire, et il ne reste aucune trace de polarité sur les faces supérieure, inférieure et externe du contact qui sont à l'état naturel; la surface interne elle-même paraît neutre, bien que très-chargée, car toute pointe de fer que l'on y place éprouve en sens contraire l'influence et l'attraction des magnétismes opposés de l'aimant et de cette surface.

» Le contact de fer placé en un endroit déterminé est donc neutre, ce qui n'empêche point qu'il soit vivement attiré par l'effet des aimantations contraires qui se regardent sur les faces opposées de l'acier et du fer doux; mais l'effet de ces aimantations sur un point extérieur est nul. Dans mes expériences, la distance des appareils, au moment de la neutralité, était de 15 millimètres environ. Voici les nombres obtenus :

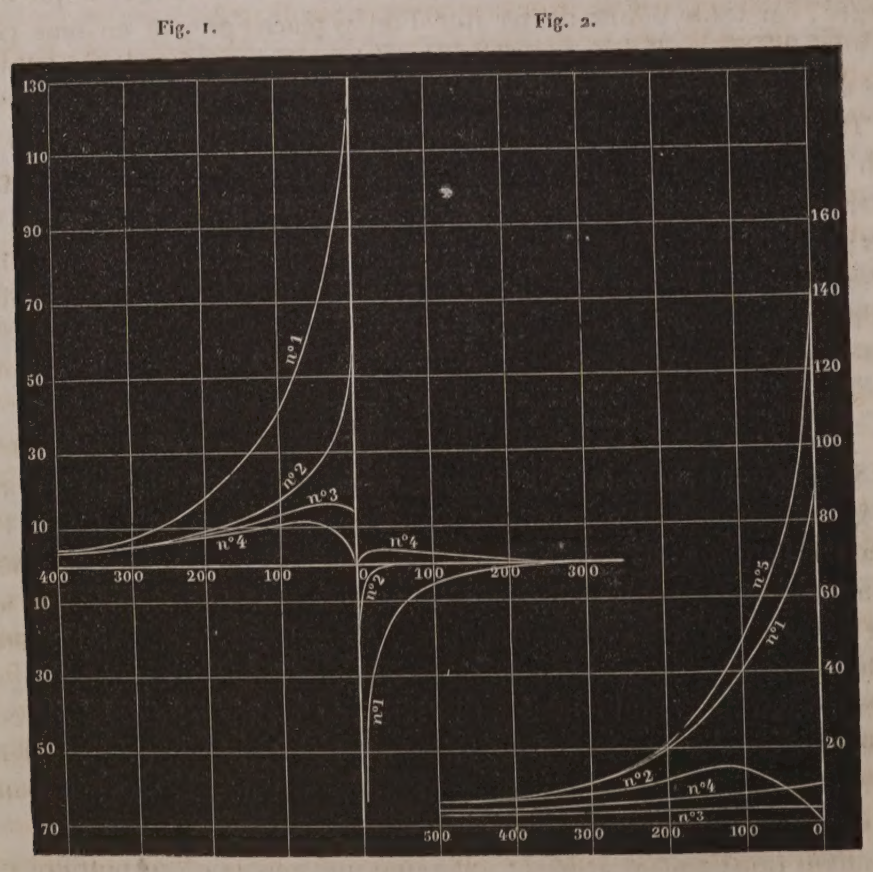
Distance du contact.	100mm	60	50	40	30	20	15	10	8	6	4	2	1	0
Force d'arrachement.	−6gr	−9	−11	−12	−10	−4	0	+5	+10	+17	+30	+15	+60	+97

» Si le rapprochement continue, l'action de l'aimant augmente, une plus grande somme de magnétisme s'accumule à la partie interne, et l'on voit apparaître sur les faces horizontales et externes du contact une aimantation du même nom que celle du pôle, ou *directe*. Elle croît jusqu'au moment où les deux appareils se touchent. Alors le fer à cheval est fermé par le contact. C'est un anneau métallique continu offrant deux lignes moyennes, au milieu du contact et au talon de la lame, et deux pôles conséquents vers les deux lignes de jonction. Des deux côtés de ces lignes l'intensité magnétique est la même sur le fer et l'acier, pourvu toutefois que leurs surfaces adhèrent exactement.

Pendant que l'aimant attire et accumule une aimantation contraire à la sienne sur la face interne du contact, celui-ci réagit sur l'aimant et attire le magnétisme primitivement disséminé sur la surface entière de la lame; aussi le voit-on croître d'abord à l'extrémité; mais bientôt il diminue et semble peu à peu disparaître, parce qu'il s'accumule à la face interne. Au moment de l'adhérence, il n'en reste presque plus. La *fig.* 1 représente le phénomène, quand on emploie pour contact un fer à cheval du poids et de la forme de l'aimant. La ligne ponctuée figure l'aimantation primitive; les deux courbes n° 1 représentent les forces magnétiques inverses sur l'aimant et le contact, quand leur distance est de 27 millimètres; les courbes

n° 2, quand cette distance est réduite à 1 millimètre. Si l'on sépare les deux appareils par une simple feuille de papier (ou par $\frac{1}{4}$ de millimètre), on a la courbe n° 3 sur l'aimant, et le contact est sensiblement à l'état naturel en tous ses points. Quand les surfaces adhèrent, les deux courbes n° 4 montrent que les deux lames sont chargées d'un même magnétisme et qu'il en reste très-peu.

Fig. 1. Fig. 2.



» Le tableau suivant traduit cette figure en nombres.

Désignation des points.	400	300	200	100	50	25	0	0	25	50	100	200	300
Aimantat. normale.	5,5	8,7	17,4	41,2	61,2	76,1	116,0	»	»	»	»	»	»
Contact à 27^{mm}...	5,2	8,1	17,4	40,1	65,5	85,2	140,0	−63,0	−17,5	−6,6	−2,0	0	0
» à 1 ...	5,3	7,2	10,9	17,2	24,5	32,0	64,0	−14,2	− 1,0	0	0	0	0
» à $\frac{1}{4}$ ...	5,3	7,2	10,1	13,5	16,0	16,5	15,4	+ 0,0	+ 0,2	+0,3	+0,0	»	»
» zéro......	5,2	7,2	9,8	12,0	11,2	8,5	4,0	+ 2,5	+ 3,0	+5,2	+3,5	+2,2	+1,7

» Dans la deuxième figure, on a représenté par les lignes n° 1 et n° 2 le magnétisme primitif, et celui qui reste après l'application d'un contact. Ce

reste est très-faible; il est à peu près nul à la jonction; mais on voit que le contact a été impuissant à appeler à lui l'aimantation des points éloignés. On peut cependant l'amener presque tout entière à la face de jonction par un procédé simple, qui consiste à promener du talon vers le contact, mais non en sens contraire, une lame de fer doux qui semble balayer et pousser le magnétisme devant elle. Après quelques frictions, la courbe n° 2 est complétement changée et se trouve remplacée par le n° 3.

» Ce procédé simple et remarquable, en ramenant et en accumulant à l'extrémité la presque totalité du magnétisme éloigné, a pour effet nécessaire d'augmenter de près d'un tiers la force portative d'un aimant; mais ce n'est pas un effet permanent; aussitôt que le contact est arraché, la courbe n° 2 se reproduit et la force portative revient à sa valeur première. Cet effet, d'ailleurs, se produit tout seul, avec le temps, par la seule influence du contact, et, à mesure qu'il se produit, on peut ajouter des poids à ce contact sans l'arracher; mais, une fois que la rupture a eu lieu, il faut recommencer. Telle est l'explication simple d'un fait connu de tout le monde et jusqu'à présent incompréhensible.

» Cette étude révèle une incontestable analogie entre l'influence exercée par un aimant sur le fer et celle d'un corps électrisé sur un plateau collecteur. L'attraction d'un magnétisme contraire, la répulsion d'une aimantation de même nom sur le contact, la réaction de ce contact sur l'aimant, l'accumulation sur les deux faces internes de magnétismes opposés, qui détruisent mutuellement leurs effets, tout en entraînant les deux appareils par leurs attractions, sont des faits communs aux deux ordres de phénomènes. Nous pouvons dire que ces deux magnétismes se *dissimulent*, et que l'aimant et son contact constituent un véritable condensateur magnétique, au même titre qu'une lame électrisée et un plateau collecteur forment un condensateur électrique.

» Pour rendre cette analogie plus frappante, nous allons reproduire les expériences et les raisonnements en usage dans l'étude de l'électricité. Ayant désaimanté la lame d'acier (1), nous faisons passer dans la double spirale le courant de douze éléments, et avec cette source constante nous aimantons la lame à saturation. La courbe des réactions magnétiques est représentée par la ligne n° 1 (*fig.* 2). Ensuite nous appliquons le contact qui ramène cette courbe à la forme n° 2, puis nous exécutons des frictions

(1) On désaimante une lame d'acier en fer à cheval en la frottant avec un fer doux promené des pôles au talon.

avec un fer doux, du talon aux extrémités, et le magnétisme libre est figuré par la ligne n° 3. Il est évident que l'intensité du magnétisme libre a diminué en chaque point, que l'équilibre avec la source magnétisante est rompu, et qu'en faisant agir de nouveau la spirale avec le même courant, on rendra à l'acier une nouvelle dose de magnétisme. Celle-ci sera, comme la première, appelée vers le contact et en partie dissimulée; les choses se continueront jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre s'établisse avec une intensité magnétique résiduelle plus grande que celle de la courbe n° 3, et au plus égale à celle de la ligne n° 1. L'expérience donne raison à ce raisonnement : on trouve la courbe n° 4; le magnétisme resté libre a donc augmenté.

» Continuons le raisonnement. Puisqu'il s'est produit, par la deuxième action de la source, une nouvelle accumulation de magnétisme, on pourra la manifester en éloignant le contact, et l'on devra trouver une courbe de magnétisme libre plus élevée que le n° 1, absolument comme on manifeste une plus grande charge électrique quand on sépare les deux plateaux du condensateur de Volta. L'expérience donne la courbe n° 4 et vérifie l'analogie.

» On nomme *force condensante* le rapport des intensités électriques au même point du plateau collecteur avant et après l'action du plateau conducteur. Nous garderons le même mot pour exprimer le rapport des intensités magnétiques dans notre nouvel appareil, et puisque les courbes que nous avons tracées expriment le carré des intensités, le rapport des ordonnées entre les lignes n° 1 et n° 3, ou entre n° 5 et n° 4, exprimera le carré de la force condensante et devra être le même dans les deux cas.

» Voici le résultat des observations dans un cas particulier :

Désignation des points		300	200	100	50	25	0
Aimantation sans contact, n° 1		12,0	21,0	40,4	58,2	69,6	92,4
Contact appliqué, n° 2		9,0	11,8	16,8	12,0	5,8	0
Après friction, n° 3		4,5	4,5	7,7	6,0	5,0	5,0
Réaimantation, n° 4		4,5	5,0	7,4	8,0	9,0	9,5
Contact enlevé, n° 5		11,0	19,8	42,6	77,8	93,6	140,0
Carré de la force condensante.	N° 1 : n° 3.	2,6	4,6	5,0	9,6	13,8	18,4
	N° 5 : n° 4.	2,4	3,9	5,7	9,7	10,4	14,7
Moyenne		2,5	4,2	5,3	9,6	12,1	16,5

» Pour toute lame, il y a une limite d'aimantation permanente, imposée par la force coercitive. Elle sera atteinte par une aimantation faite sans contact au moyen d'un courant suffisamment fort. Supposons qu'elle soit

représentée par la courbe n° 1; en appliquant ensuite le contact, on retrouvera la courbe n° 4 et une force portative maximum. En arrachant ce contact, on devrait avoir une quantité de magnétisme libre, figuré par le n° 5; or cette courbe dépassant la limite de saturation ne persistera pas, et l'aimantation se réduira à celle que la lame possédait primitivement. En réappliquant le contact, la force portative sera réduite à celle qui convient à la courbe n° 2; elle sera moins grande. Cela explique complétement l'expérience que j'avais faite en 1869, et que je rappelais en commençant. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon) pour l'année 1872.

MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Robin, Brongniart, Coste réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lacaze-Duthiers, Blanchard.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Serres pour l'année 1872.

MM. Coste, Cl. Bernard, Robin, Milne Edwards, de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lacaze-Duthiers, Blanchard, Nélaton, Bouillaud.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Levé des côtes de l'Algérie;* Note de **M. E. Mouchez**.

« Peu de temps après la conquête de l'Algérie, ses côtes furent l'objet d'un lévé fort remarquable de MM. Berard et de Tessan. Des difficultés de diverse nature, et surtout l'impossibilité de débarquer sur le littoral, encore en grande partie au pouvoir de l'ennemi, ne permirent de faire qu'un levé sous voiles; mais l'habileté des observateurs fut telle que les plus

grandes erreurs d'une extrémité à l'autre de l'Algérie ne s'élevaient pas à plus de 2 ou 3 milles, et leur carte en deux feuilles, construite au $\frac{1}{650000}$, a suffi jusqu'ici aux besoins de la navigation. Plus tard, un officier distingué, M. Bouchet-Rivière, prématurément enlevé à la Marine, levait les plans particuliers de divers ports.

» Mais, dès que notre domination fut bien établie en Algérie, le Dépôt de la Guerre commença la grande triangulation qui devait servir de base à la carte d'état-major au $\frac{1}{80000}$, et dès lors les précédents levés hydrographiques, à trop petite échelle, et sans liaison avec les nouveaux travaux, devenaient insuffisants. Il fut donc décidé qu'on lèverait une nouvelle carte du littoral à plus grande échelle, appuyée sur le réseau géodésique, et M. l'amiral Rigault de Genouilly, alors ministre de la Marine, me fit l'honneur de me confier cette mission au moment où je venais de terminer le levé des côtes du Brésil.

» Le travail fut commencé en juillet 1867, à la frontière de la Tunisie, continué chaque année pendant la belle saison, et interrompu par les événements en juillet 1870, près d'Oran. Sur 200 lieues de côtes, 160 sont levées.

» La carte originale construite au $\frac{1}{25000}$ donnera un développement de 55 mètres à la côte, qui sera représentée sur 70 feuilles, dont 50 sont terminées et mises aujourd'hui sous les yeux de l'Académie.

» La carte est publiée à une échelle quatre fois plus petite, au $\frac{1}{100000}$; elle comprendra 12 feuilles, dont 7 sont déjà publiées et 3 à la gravure. Il y aura en outre 12 ou 14 plans particuliers au $\frac{1}{10000}$.

» *Méthode de levé.* — S'il avait été possible de former deux expéditions simultanées, l'une par terre, l'autre par mer, le procédé le plus simple eût été de faire une chaîne de triangles secondaires entre la plage et les derniers signaux géodésiques; mais ne disposant que des faibles ressources d'un aviso, ce projet était irréalisable. Je n'avais nul moyen de faire par terre les longues excursions qu'eût exigées l'ascension aux sommets géodésiques bien souvent inaccessibles du côté de la mer, ni de construire des signaux permanents pour laisser trace de mon travail.

» Je ne pouvais d'ailleurs jamais perdre de vue le navire qui, toujours mouillé en pleine côte, fort près des écueils, était obligé de se mettre en sûreté au large chaque fois que survenait un vent un peu fort.

» Pour m'éviter ces difficultés, le Dépôt de la Guerre a bien voulu faire prolonger partout sa triangulation jusqu'en vue de la mer, de sorte qu'il

m'a été possible de rattacher directement toutes mes stations au théodolite faites sur la côte à la triangulation de la Guerre, en calculant ces stations comme le sommet de triangles ayant pour bases des lignes géodésiques; il n'y a donc eu à craindre aucune accumulation d'erreur : chaque station est déterminée avec toute l'exactitude que comportent les instruments employés. Il a été déjà fait ainsi près de douze cents stations au théodolite sur 160 lieues de côte, sans compter les stations intermédiaires faites au cercle à reflexion dans les embarcations. Chacune de ces stations a été calculée par deux ou trois triangles au moins, soit avec les trois angles mesurés, soit par les segments capables ou les azimuts astronomiques toujours observés.

» Pour déterminer les détails topographiques de certaines parties inabordables de la côte, j'ai dû avoir recours à une méthode qui, bien que non employée jusqu'ici, paraît la seule pouvant donner, dans des circonstances semblables, des résultats exacts et rapides.

» Les parties saillantes de cette côte sont quelquefois de gros massifs de montagnes terminés par des falaises à pic de plusieurs centaines de mètres de hauteur et de plusieurs lieues d'étendue. Du pied de ces falaises on ne voit rien que la pleine mer et une ligne droite de rochers s'étendant à perte de vue dans l'est et l'ouest.

» Les procédés trigonométriques ordinaires sont donc mis alors complétement en défaut et la méthode des stations auxiliaires en mer est absolument insuffisante : j'ai employé dans ces circonstances les distances zénithales des contours de la côte prises du haut des falaises.

» Quand, du haut d'un cap, on fait parcourir les sinuosités de la côte environnante par l'axe d'une lunette de théodolite, comme le ferait la génératrice d'une surface conique ayant ces contours pour directrice, on est frappé des rapides changements de distance zénithale correspondant aux détails même les plus minutieux du rivage situés autour de la station. Ce fait, qui tient évidemment à la perfection de l'instrument employé relativement à l'indécision de contours des objets que l'on observe, tels que groupes de rochers, pointes ou bancs de sable et récifs, etc., etc., donne un précieux élément de détermination, puisque la hauteur de la station est toujours connue, soit par la hauteur des signaux géodésiques, soit par l'observation d'un point connu du littoral.

» Dans les circonstances où nous nous trouvions, nous pouvions étendre cette méthode jusqu'à une distance de vingt à vingt-cinq fois la hauteur de la station, avec la certitude que l'erreur à craindre serait beaucoup plus

faible que celle que comporte le tracé graphique des détails topographiques à l'échelle de construction employée, qui est encore quatre fois plus petite dans la carte publiée.

» J'ai pu ainsi explorer, à l'aide de la lunette plongeante du théodolite, beaucoup d'anfractuosités de falaises et de massifs de rochers inabordables, qu'il eût été à peu près impossible de déterminer autrement avec quelque précision sans une très-grande perte de temps et des moyens tout autres que ceux dont je disposais.

» Les *sondages* ont été faits chaque jour par quatre embarcations marchant à l'aviron en lignes parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction de la côte jusqu'aux fonds de 100 mètres, au delà desquels les sondages ont été faits avec le navire; le développement des lignes de sonde faites avec les embarcations est déjà de 14600 kilomètres, et celles du navire de 2400, fixées par 19000 stations au cercle à réflexion, sans compter les alignements et les relèvements.

» Ces pénibles sondages ont été exécutés avec le plus grand soin par mes zélés et consciencieux collaborateurs, MM. les lieutenants de vaisseau Turquet, Charnoz, Boistel, Vincent, Bonnaffé, Sellier et Collet.

» Pendant l'hiver de 1868, j'ai pu faire à *Alger* quelques séries d'observations astronomiques, qui m'ont permis de déterminer la position géographique du phare; j'ai trouvé une légère différence avec celle qui était adoptée. Le prochain établissement d'un fil télégraphique direct pourra seul faire disparaître la légère incertitude qui existe encore.

Position du Phare d'Alger.... Latitude, 36° 47′ 23″ N.; Long. en temps, $2^m 59^s 4$ E.

» L'Académie apprendra sans doute avec satisfaction que, malgré la forte réduction de notre budget et de nos armements, M. le Ministre de la Marine, dont la sollicitude ne nous a jamais fait défaut, a pu trouver la possibilité de faire compléter cette année le levé des côtes de l'Algérie. Il vient de donner l'ordre de préparer la prochaine expédition pour qu'elle parte aussitôt que la saison le permettra, et qu'elle termine ce travail pendant le cours de cette campagne dans les meilleures conditions possibles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorie des effets observés par Savart sur l'influence mutuelle de deux pendules;* Mémoire de M. H. **Resal**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Nous rappellerons que, dans les expériences de Savart, les couteaux des deux pendules se trouvent vers les extrémités d'une barre, soutenue en son milieu par une lame élastique verticale encastrée dans un étau.

» Soient :

h les longueurs de la lame ;

l, l' les longueurs des pendules dont les masses sont égales;

α, α' leurs écarts, supposés très-petits par rapport à la verticale;

EI le moment d'élasticité de la lame,

$$\gamma = \frac{l'}{l}; \quad \varepsilon = \frac{h^3 m}{3\,\mathrm{EI}};$$

$$\frac{A_1}{A'_1} = \frac{1-\gamma+\sqrt{(1-\gamma)^2+4\varepsilon^2\frac{g^2}{l^2}}}{2\frac{\varepsilon g}{l}};$$

$$\frac{A_2}{A'_2} = \frac{1-\gamma-\sqrt{(1-\gamma)^2+4\varepsilon^2\frac{g^2}{l^2}}}{2\frac{\varepsilon g}{l}};$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{g}{l}\,\frac{\left(\frac{A_1}{A'_1}-1\right)}{\frac{A_1}{A'_1}-\gamma}}, \qquad k_2 = \sqrt{\frac{g}{\varepsilon}\,\frac{\left(\frac{A_2}{A'_2}-1\right)}{\frac{A_2}{A'_2}-\gamma}}.$$

On a

$$\alpha = A_1 \cos k_1 (t+\beta_1) + A_2 \cos k_2 (t+\beta_2),$$
$$\alpha' = A'_1 \cos k_1 (t+\beta_1) + A'_2 \cos k_2 (t+\beta_2),$$

A_1, A_2, β_1, β_2 étant des constantes arbitraires.

» Lorsque les pendules sont égaux, ou que l'un est très-grand par rapport à l'autre, en supposant de plus, dans ce cas, la lame de suspension suffisamment courte, l'application de ces formules conduit aux règles établies par Savart, et que je crois inutile de rappeler. Toutefois, on reconnaît

que, dans le premier cas, l'un des pendules étant au repos lorsque l'autre entre en mouvement, ils ne peuvent rigoureusement présenter des moments d'arrêt ou de repos que si

$$\frac{1+\dfrac{1}{\sqrt{1+2\dfrac{\varepsilon g}{l}}}}{1-\dfrac{1}{\sqrt{1+2\dfrac{\varepsilon g}{l}}}}$$

est un nombre entier.

» Lorsque γ est très-grand, les oscillations du pendule primitivement en mouvement sont sensiblement isochrones; les écarts de l'autre sont très-petits, et peuvent devenir nuls à certaines époques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les transformations allotropiques du phosphore;* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Dumas, H. Sainte-Claire Deville, Cahours.)

« Nous avons établi, dans nos précédentes Communications, que l'acide cyanique en vapeur, porté à des températures déterminées, se transforme partiellement en acide cyanurique, et que les tensions qui limitent le phénomène sont numériquement égales à celles qu'on obtient dans la transformation inverse. Ce sont ces tensions que nous avons appelées *tensions de transformation*.

» Avant nos recherches, on ne connaissait que la transformation de l'acide cyanique liquide décrite par M. Wöhler. Nous avons établi la différence profonde qui existe entre la transformation isomérique de ce liquide et celle de sa vapeur.

» L'acide cyanique liquide, maintenu à zéro, se transforme rapidement et d'une façon complète; mais, pendant que le liquide se transforme, la vapeur qui sature l'espace libre au-dessus de lui conserve temporairement son état gazeux et la tension maximum qu'elle avait avant le changement isomérique du liquide. Cette vapeur n'échappe cependant pas indéfiniment à la transformation en cyamélide; celle-ci apparaît peu à peu en couche mince et uniforme sur les parois du verre.

» Si, au lieu de considérer la vapeur d'acide cyanique à zéro, nous la prenons, ainsi que nous l'avons fait précédemment, à une température éle-

vée, 200 degrés par exemple, il résulte de nos expériences que la transformation est limitée. La vapeur cesse de se transformer dès que sa tension, après avoir diminué peu à peu, a pris une valeur minimum différente de la tension primitive de la vapeur d'acide cyanique. Cette tension nouvelle est la tension de transformation.

» La tension de transformation d'une vapeur pour une température donnée se distingue de sa tension maximum relative à la même température à la fois par sa valeur absolue et par ce fait qu'elle ne s'établit en général que très-lentement. Ce n'est qu'à des températures élevées que la rapidité avec laquelle on obtient la tension de transformation devient plus grande et comparable à celle avec laquelle s'établit la tension maximum d'une vapeur.

» Cette distinction entre la tension maximum d'une vapeur et sa tension de transformation permet de comprendre le phénomène complexe présenté par une substance qui, à une même température, peut se vaporiser et se transformer. On a d'abord, pendant un temps plus ou moins long, une tension maximum de vapeur, limitant le phénomène physique de la vaporisation; puis, finalement, une tension minimum qui limite le phénomène chimique de la transformation.

» La distinction que nous venons d'établir va nous permettre d'analyser complétement la transformation allotropique du phosphore et de séparer des phénomènes jusqu'ici confondus et regardés, malgré leur différence profonde, comme devant obéir à une seule et même loi. La transformation du phosphore blanc liquide en phosphore rouge rappelle la transformation de l'acide cyanique liquide en cyamélide, tandis que la production du phosphore rouge aux dépens de la vapeur de phosphore obéit aux lois de la transformation du gaz cyanique en acide cyanurique.

» Cette double origine du phosphore rouge complique les expériences faites avec un poids de phosphore supérieur à celui qui est susceptible de se vaporiser dans une enceinte donnée. Elle ne permet de formuler aucune hypothèse qui puisse rendre compte, d'une manière générale, de la vitesse avec laquelle se produit la transformation du phosphore dans la première partie de l'expérience.

» La facilité avec laquelle se fait la transformation du phosphore liquide porté à une certaine température, 280 degrés par exemple, est de tous points comparable à la production de la cyamélide aux dépens de l'acide cyanique liquide (1). Comme celle-ci, elle porte sur la totalité du phosphore

---

(1) Cette similitude se poursuit dans les effets calorifiques : la transformation de l'acide

resté liquide. La vapeur émise vers 260 degrés se montre aussi stable à cette température que le gaz cyanique à une température basse.

» D'un autre côté, à une température suffisamment élevée la vapeur de phosphore, comme celle de l'acide cyanique, éprouve une transformation seulement partielle : le phosphore rouge prend naissance, comme l'acide cyanurique, aux dépens d'une vapeur, et la transformation cesse lorsque la pression, après avoir diminué graduellement, atteint une nouvelle limite. La rapidité de ce changement est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

» Nous avons fait une première série d'expériences pour fixer approximativement le poids de phosphore qu'un vase déterminé peut contenir à l'état de vapeur à une température donnée : pour cela nous chauffons rapidement à 360 ou à 440 degres, dans des vases transparents, des poids variables de phosphore. Ces expériences nous ont fourni une première limite inférieure de la tension maximum de la vapeur de phosphore. En prolongeant ensuite l'action de la chaleur sur cette vapeur, nous avons pu la transformer partiellement en phosphore rouge et constater que sa transformation s'arrête quand il s'est établi une tension minimum. Cette seconde partie de l'expérience fournit le poids du litre de la vapeur, de phosphore pris sous la pression qui correspond à la tension de transformation, dont on peut aussi calculer la valeur.

» La moyenne des expériences faites à 360 degrés nous donne pour le poids du litre de phosphore resté à l'état de vapeur, après deux cent quarante heures de chauffe, $1^{gr},4$. La moyenne des expériences faites à 440 degrés nous donne, pour le poids du litre de phosphore resté à l'état de vapeur après trente heures de chauffe, $3^{gr},700$ (1).

» On en déduit que la tension de transformation à 360 degrés est $0^{atm},6$, et que la tension de transformation à 440 degrés est $1^{atm},75$.

» Les tensions maxima du phosphore à ces températures de 360 et de 440 degrés sont très-supérieures aux tensions de transformation correspondantes, puisque ces dernières ne s'établissent qu'à la suite de la pro-

---

cyanique liquide en cyamélide se produit avec dégagement de chaleur et de lumière; celle du phosphore blanc, porté à 280 degrés, détermine une élévation brusque de la température du liquide qui, d'après M. Hittorf, passe de 280 à 370 degrés.

(1) Ce nombre a été obtenu en 1871 par M. G. Lemoine, qui a montré que, contrairement à l'opinion de M. Hittorf, on obtient la même limite en partant du phosphore ordinaire ou du phosphore rouge. Nous avions nous-même établi, dès 1868, que l'on obtient la même valeur pour la tension de transformation de l'acide cyanique, quel que soit celui des isomères qui serve de point de départ.

duction d'un enduit uniforme de phosphore rouge formé aux dépens de la vapeur. Quant à leur détermination directe, elle présente à ces températures des difficultés particulières. On peut craindre en effet que, par suite de la chaleur dégagée dans la transformation du liquide, il ne se produise une surchauffe. Pour nous mettre à l'abri de cette cause d'erreur, nous avons, dans chaque expérience, mesuré directement et simultanément la température du phosphore bouillant et la force élastique de sa vapeur. Nous avons ainsi pu constater que, en portant rapidement du phosphore liquide à 360 degrés, il faut pour l'empêcher d'entrer en ébullition à cette température exercer sur sa surface une pression de $3^{atm},2$. Si on le porte de même rapidement à 440 degrés, il faut pour l'empêcher de bouillir à cette température une pression de $7^{atm},5$.

» Cette méthode étant d'une application difficile et dangereuse pour des températures plus élevées, nous en avons cherché une autre qui est indirecte, mais plus commode, et nous l'avons appliquée, après avoir vérifié son exactitude en comparant les résultats qu'elle donne à 360 et à 440 degrés avec ceux que nous a fournis la méthode précédente.

» Nous chauffons dans un courant de vapeur de mercure ou de soufre un tube vertical terminé à son extrémité inférieure par une ampoule qui contient un poids de phosphore ordinaire un peu supérieur à celui qui peut se vaporiser. Le courant de vapeur de mercure ou de soufre circule de haut en bas, et, par suite, le tube arrive à la température qu'il doit atteindre et garder pendant toute l'opération, d'abord dans sa partie supérieure, et ensuite de proche en proche, jusqu'à sa partie inférieure.

» Après plusieurs heures de chauffe, le phosphore rouge, qui provient de la transformation du liquide, est tout entier dans l'ampoule, et celui qui résulte de la transformation de la vapeur tapisse les parois du tube sous forme d'un enduit uniforme et translucide de couleur rouge pourpre (1).

» La somme des poids de cet enduit et du phosphore resté en vapeur donne le poids total de la vapeur qui s'était formée d'abord, et permet par suite de calculer la force élastique maximum correspondante.

» La moyenne des expériences ainsi réalisées nous donne, pour la tension maximum de la vapeur de phosphore à 360° : $3^{atm},2$, et à 440° : $7^{atm},3$.

» Cette méthode, fournissant sensiblement les mêmes résultats que la méthode directe, nous avons pu l'employer pour d'autres températures.

---

(1) Si l'on avait chauffé le tube à la manière ordinaire, dans un bain de liquide ou de vapeur, une portion du phosphore se serait condensée en gouttelettes sur diverses parties du

» En résumé, nos déterminations montrent que la tension de transformation est, pour chaque température, très-différente de la tension maximum de vapeur correspondante, ainsi qu'on peut le voir dans ce tableau :

Température.	Tension maximum. Méthode directe.	Tension maximum. Méthode indirecte.	Tension de transformation.
	atm	atm	atm
360 degrés.........	3,2	3,2	0,6
440 »	7,5	7,3	1,75

» Dans notre prochaine Communication, nous montrerons l'application de notre méthode à la détermination des tensions maxima et des tensions de transformation pour les températures supérieures à 440 degrés, et nous établirons comment ces tensions varient avec la température. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé de fabrication d'acier;* Note de MM. F. **Bajault** et **Roche**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Tresca.)

« Ce procédé a pour principe la décarburation partielle et intermoléculaire de la fonte, sous l'influence de l'oxyde de fer à l'état de minerai riche.

» Un mélange de fonte et de minerai en poudre, convenablement coulé dans des moules ou formes en métal, dits *gueuses creuses*, donne en se solidifiant autant de lingots ou *gueuses*, faisant corps avec ces moules. Ces gueuses sont alors portées dans un four spécial, où elles sont maintenues pendant un certain temps au rouge vif.

» A cette température et jusqu'à la fin de la réduction, on voit de nombreux jets de gaz oxyde de carbone se dégager et brûler avec une flamme bleue caractéristique.

» On obtient ainsi des lingots d'acier brut qu'il ne reste plus qu'à fondre, soit au creuset, soit sur la sole d'un four à réverbère.

» Par ce procédé, les réactions s'effectuent dans toute l'étendue d'une masse solide par un mélange intime des matières en présence, et ces matières ne sont soumises à la fusion qu'après leur transformation réciproque. Le minerai étant alors réduit, son action sur les parois des appareils de fusion est presque nulle. On évite donc le principal obstacle qui a fait renoncer, jusqu'à présent, à l'emploi des minerais riches, dans la transformation

---

tube; il eût été alors impossible de séparer le phosphore rouge provenant de la transformation de ces gouttelettes liquides de celui qui provient de la transformation de la vapeur.

de la fonte en acier, malgré les avantages qu'on a depuis longtemps reconnu en devoir tirer.

On peut obtenir ainsi tous les degrés de carbonisation, les proportions de fonte et d'oxyde pouvant être déterminées d'une façon pour ainsi dire mathématique.

L'échantillon que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a donné à l'analyse, pour 100 parties :

Carbone	combiné	0,430
	non combiné	0,080
Silicium		0,230
Soufre et phosphore		nuls

» Cet acier est demi-dur, très-malléable et très-résistant; il acquiert par la trempe une grande dureté. »

M. G. **Pouchet** adresse, par l'entremise de M. Coste, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon), un Mémoire sur les changements de coloration sous l'influence des nerfs, chez les animaux.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. **Rarchaert** soumet au jugement de l'Académie la description d'une locomotive à double articulation, à adhérence totale, qu'il vient de construire avec le concours de l'État.

Le problème que l'auteur pense avoir résolu est celui de la traction en courbe, au moyen de trains mobiles, avec utilisation du poids entier du moteur par l'accouplement de toutes les roues et l'emploi de deux cylindres à vapeur fixes.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Zenger** adresse une Note sur les qualités physiques des éléments chimiques.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Ad. Nicolas** adresse une Note concernant un projet de nomenclature chimique.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Maumené** adresse un Mémoire portant pour titre : « Des fermentations sans ferments ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Bazerque** adresse une Lettre concernant un projet de voyage scientifique, sur les divers points accessibles du globe.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, d'Abbadie, Boussingault, Cl. Gay, Cloquet.)

M. J. **Blandin** adresse un Mémoire sur le Martinet noir ou de muraille.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Blanchard.)

M. A. **Netter** adresse un Mémoire sur « l'antagonisme des instincts chez l'animal considéré isolément ».

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Blanchard, Robin.)

M. **Baudet** adresse un nouveau Mémoire intitulé : « Théorie du germe des ferments, des cryptogames et de leur fécondation, etc.... ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Carat** adresse une Note concernant les avantages qu'il y aurait à pouvoir donner au fil de coton une résistance comparable à celle du fil de chanvre, pour la confection des filets de pêche.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Chevreul.

M. **Chasles** et M. **Le Verrier** sont désignés pour remplacer feu M. *Delaunay* et feu M. *Laugier* dans la Commission nommée pour examiner les Mémoires présentés par M. *Michal*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Marine et des Colonies** adresse un exemplaire du voyage d'exploration en Indo-Chine, entrepris en 1867 sous la direction de M. *de Lagrée*, et continué, après la mort de cet officier, par M. *Garnier*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'« Annuaire météorologique de l'Observatoire physique central de Montsouris, pour l'année 1873 »;

2° Le « Cours de Chimie agricole, professé à l'École d'Agriculture de Grignon », par M. *Dehérain*.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1872.

Les plus hautes eaux ont été observées les 17 et 18 décembre, au pont Royal à $6^m,85$, et au pont de la Tournelle à $5^m,87$. Les plus basses au pont Royal le 8 octobre à $1^m,45$, et au Pont de la Tournelle les 25, 29 septembre et 8 octobre à $0^m,20$ au-dessous de zéro. La moyenne a été de $2^m,36$ au pont Royal et de $1^m,01$ au pont de la Tournelle.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation du troisième ordre dont dépend le problème des surfaces orthogonales;* Note de M. G. **Darboux**, présentée par M. Chasles.

« La forme de l'équation (6) permet de reconnaître immédiatement que si l'on remplace u par $\varphi(u)$, l'équation ne change pas; son premier membre est multiplié par φ'^{α}; tout se passe comme si, à la première ligne, on ajoutait les autres multipliées par des coefficients convenables. Mais ce petit calcul, que j'omets parce qu'il ne présente aucune difficulté, conduit à une conséquence intéressante. Les coefficients A, B, C,... sont, comme on l'a vu, la somme de deux parties, l'une linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre, l'autre quadratique par rapport à celles du second. L'équation peut donc s'écrire

$$K - \Omega = 0,$$

où K est une fonction linéaire des dérivées du troisième ordre. Ces deux parties K et Ω ont une existence *indépendante*. Elles se reproduisent séparément si l'on remplace u par $\varphi(u)$.

» Si l'on a à la fois

$$K = 0, \quad \Omega = 0,$$

le système (u) est formé soit de sphères, soit de surfaces parallèles.

» Le déterminant (6), que j'appellerai R, me paraît susceptible d'applications nombreuses dans la théorie générale des surfaces. Notre calcul montre que si

$$\frac{x}{l} = \frac{y}{m} = \frac{z}{n}, \quad \frac{x}{l'} = \frac{y}{m'} = \frac{z}{n'}$$

sont les équations des directions principales, on aura

$$ll' = \lambda \frac{\partial R}{\partial A}, \quad mm' = \lambda \frac{\partial R}{\partial B}, \quad lm' + ml' = \lambda \frac{\partial R}{\partial H},$$

et ce résultat, étant indépendant des dérivées du troisième ordre, subsiste alors même que la famille (u) ne fait pas partie d'un système orthogonal.

» Par suite, en remplaçant dans R ABC par $(X - x)^2, \ldots$, ce qui donne

$$\frac{\partial R}{\partial A}(X - x)^2 + \ldots = 0,$$

on aura l'équation des deux plans principaux d'une surface quelconque.

» Dans sa dernière Communication, M. Cayley a mis l'équation du troisième ordre sous une forme du plus haut intérêt. On peut obtenir le même résultat de la manière suivante. Posons

$$V^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2;$$

on aura, en tenant compte d'une formule déjà donnée,

$$(7) \quad \delta_v \delta_w \left(\frac{1}{V}\right) + \delta_w \delta_v \left(\frac{1}{V}\right) = v_x w_x \frac{d^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dx^2} + (v_x w_y + v_y w_x) \frac{d^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dx\,dy} + \ldots = 0.$$

J'omets la démonstration de ce résultat, qui équivaut d'ailleurs à l'une des formules de Lamé

$$\frac{\partial^2 H}{\partial \rho_1 \partial \rho_2} = \frac{1}{H_1} \frac{\partial H}{\partial \rho_1} \frac{\partial H_1}{\partial \rho_2} + \frac{1}{H_2} \frac{\partial H}{\partial \rho_2} \frac{\partial H_2}{\partial \rho_1}.$$

Il suit de là que l'équation différentielle cherchée peut aussi se mettre sous la forme

$$(8) \quad \begin{vmatrix} \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial y^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial z^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial y\,\partial z} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x\,\partial z} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x\,\partial y} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ u_{x^2} & u_{y^2} & u_{z^2} & u_{yz} & u_{xz} & u_{xy} \\ 2u_x & 0 & 0 & 0 & u_z & u_y \\ 0 & 2u_y & 0 & u_z & 0 & u_x \\ 0 & 0 & 2u_z & u_y & u_x & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

C'est la formule de M. Cayley. On vérifie d'une manière immédiate que l'équation est satisfaite par le système des surfaces parallèles pour lequel

$$V = \text{const.};$$

mais on est conduit à un résultat nouveau et plus général. Si l'on prend

$$(9) \qquad \frac{1}{V} = (x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2 + \delta,$$

l'équation précédente sera encore vérifiée. Ainsi toute famille satisfaisant à l'équation différentielle

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{[(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2 + \delta]^2}$$

fait partie d'un système orthogonal.

» Si $\delta = 0$, on a le système transformé par rayons vecteurs réciproques d'une famille de surfaces parallèles; mais si δ n'est pas nul, on a un nouveau système plus général et dont peut faire partie toute surface. Il est formé *des surfaces qui ont pour trajectoires orthogonales des cercles normaux à une sphère fixe, et l'on peut toujours obtenir le système dont fait partie une surface donnée à l'avance sans aucune intégration.* Je l'ai indiqué dans un travail encore inédit, mais en cours de publication.

» Les mêmes remarques s'étendent à l'équation plus générale

$$\frac{1}{V} = \varphi(u)(x^2 + y^2 + z^2) + \psi(u)x + \chi(u)y + \zeta(u)z + \delta(u),$$

sur laquelle je n'insiste pas pour le moment.

» On déduit une nouvelle série de conséquences en faisant intervenir la forme quadratique

$$f(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x^2}\alpha^2 + \ldots + 2\frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial y\,\partial z}\beta\gamma + \ldots,$$

dont la signification géométrique est d'ailleurs assez simple, et que nous écrirons pour abréger $f(\alpha)$; α, β, γ seront considérés comme des directions de déplacements. Alors l'équation différentielle peut s'écrire (au moyen de combinaisons de colonnes)

$$\begin{vmatrix} f(\alpha) & f(\alpha') & f(\alpha'') \\ \alpha^2+\beta^2+\gamma^2 & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ d^2u & \ldots\ldots & \ldots\ldots \end{vmatrix} = 0, \qquad \begin{matrix} \alpha = dx, & \alpha' = d'x, & \alpha'' = d''x, \\ \beta = dy, & & \\ \gamma = dz, & & \end{matrix}$$

pourvu que les trois déplacements aient lieu dans le plan tangent de (u). Par exemple, si les deux premiers ont lieu suivant les lignes asymptotiques, on aura

$$\frac{f(\alpha)}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2} + \frac{f(\alpha')}{\alpha'^2+\beta'^2+\gamma'^2}.$$

S'ils ont lieu suivant des lignes de longueur nulle, on aura

$$\frac{f(\alpha)}{d^2 u} = \frac{f(\alpha')}{d'^2 u}.$$

» Introduisons maintenant deux séries de déplacements, on aura ainsi

$$\frac{\alpha' f'_\alpha + \beta' f'_\beta + \gamma' f'_\gamma}{\alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma'},$$

qui demeurera *constant* pour tous les couples de directions conjuguées de la surface (u). En particulier, si ces directions sont celles de ligne de courbure, le numérateur doit être nul, et on retrouve la formule (7).

» Le quotient

$$\frac{\alpha' f'_\alpha + \beta' f'_\beta + \gamma' f'_\gamma}{u_{x^2}(\alpha\alpha') + \ldots + u_{yz}(\beta\gamma' + \gamma\beta') + \ldots}$$

doit de même être constant pour deux directions rectangulaires situées dans le plan tangent.

» Ces différentes formes de l'équation pourront permettre de l'écrire dans les divers cas spéciaux qu'offrent naturellement les recherches géométriques. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. **J.-M. Gaugain.**

» 27. Dans les Communications que j'ai eu l'honneur d'adresser récemment à l'Académie, relativement aux courants d'induction de la machine de M. Gramme (1), j'ai indiqué les deux méthodes dont je me suis servi pour explorer la distribution du magnétisme dans les barreaux mis en expérience. Au moyen de ces méthodes, j'obtiens deux courbes différentes que j'appelle : l'une *courbe de désaimantation* (Note du 7 octobre, n° 21), l'autre *courbe des intensités* (Note du 9 septembre, n° 15), et le résultat le plus général de mon travail consiste dans la relation remarquable qui lie ces deux courbes. Si la première, en effet, est représentée par l'équation $y = f(x)$, l'équation de la seconde sera $y' = k\frac{dy}{dx}$, en désignant par k une constante.

» 28. Lorsque l'on assimile un barreau aimanté à un solénoïde formé de circuits équidistants parcourus par des courants d'intensités variables, la *courbe de désaimantation* représente pour chaque point du solénoïde l'in-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 138, 627 et 828. — Les numéros placés en tête des divisions de cette Note font suite à ceux des Notes précédentes.

tensité moyenne du courant qui parcourt les circuits voisins du point considéré, autant du moins qu'on laisse de côté les parties du solénoïde voisines des extrémités, comme je l'ai indiqué n° 21. La courbe de désaimantation représente donc ce que l'on peut appeler le *magnétisme absolu* du barreau.

» Quant à la courbe des intensités, lorsqu'on l'obtient comme je le fais, elle représente, à proprement parler, l'intensité du courant induit qui correspond à un petit déplacement déterminé d'un certain anneau; mais il faut remarquer que cette intensité n'est pas essentiellement différente de l'intensité magnétique telle qu'on la mesure par les procédés ordinaires. Je ne veux pas dire que la courbe des intensités obtenues de la manière que j'ai indiquée (n° 15) se confond avec celle que l'on obtiendrait, soit en faisant osciller une aiguille aimantée en face des divers points du barreau, soit en déterminant le poids de fer doux que peut porter chaque point du barreau. Je n'ai pas établi de comparaison rigoureuse entre ma méthode et celles que l'on a coutume d'employer; mais j'ai constaté du moins que les indications fournies par toutes les méthodes varient dans le même sens. Ainsi lorsque l'intensité du courant induit correspond à un déplacement donné, augmente ou diminue, le nombre des oscillations de l'aiguille aimantée augmente ou diminue en même temps; quand la direction du courant induit est intervertie, la polarité accusée par l'aiguille aimantée change de signe.

» 29. On ne voit pas au premier coup d'œil comment la courbe de désaimantation peut être tracée dans le cas d'un aimant permanent, puisque l'on n'a pas alors de moyen rapide de faire disparaître le magnétisme; mais une remarque très-simple permet, même dans ce cas, de déterminer la valeur des courants induits que l'on obtiendrait s'il était possible d'anéantir instantanément l'aimantation. Lorsqu'une hélice est placée sur un barreau de fer aimanté par influence et qu'on fait disparaître la magnétisme en éloignant l'aimant du barreau, le courant induit qui se produit ne peut être dû, suivant la remarque de Faraday, qu'à l'interruption d'une action permanente de nature inconnue, à laquelle il a donné le nom d'*action électrotonique*. Or il paraît évident, quand on se place à ce point de vue, qu'il y a deux manières équivalentes de faire cesser l'*action électrotonique* : l'une consiste à supprimer l'aimantation du barreau, l'autre à pousser l'hélice au delà de l'extrémité de ce barreau, à une distance suffisante pour qu'il ne puisse plus exercer d'action sur elle. J'ai exécuté comparativement ces deux opérations et j'ai trouvé que, en effet, elles donnent exactement le

même résultat. Il peut se faire que l'action électrotonique de Faraday n'existe pas réellement ; mais la conclusion à laquelle j'ai été conduit par la considération de cette action supposée reste, dans tous les cas, un fait d'expérience parfaitement établi. Maintenant il ne me paraît pas douteux que cette conclusion subsisterait dans le cas d'un aimant permanent, si l'on possédait un moyen d'anéantir instantanément le magnétisme. En conséquence, si l'on place une petite hélice sur un point déterminé M d'un barreau d'acier aimanté et qu'on la fasse glisser rapidement au delà de l'extrémité du barreau, à une distance suffisante pour que le barreau ne puisse plus exercer d'action sur elle, le courant induit que l'on obtiendra sera le *courant de désaimantation* correspondant au point M. On peut donc tracer la courbe de désaimantation même dans le cas d'un aimant permanent, et la relation que j'ai rappelée en commençant subsiste dans le cas d'un aimant permanent aussi bien que dans le cas d'un barreau de fer doux aimanté par influence.

» 30. Il résulte de cette relation que l'intensité magnétique, appartenant à un point déterminé d'un barreau aimanté, dépend non du *magnétisme absolu* que possède ce point, mais de la rapidité avec laquelle ce *magnétisme absolu* varie quand on passe du point considéré aux points voisins. Cette manière de considérer l'intensité magnétique permet d'expliquer certains faits en apparence contradictoires. Ainsi j'ai analysé, dans les n°s 18-22, les phénomènes qui se produisent lorsqu'un barreau de fer doux CD est mis en contact avec l'extrémité A d'un second barreau AB aimanté par influence. J'ai reconnu (n° 22) que la courbe de désaimantation qui appartient à la partie du barreau AB, voisine de A, s'éloigne de l'axe des x, lorsqu'on vient à mettre les deux barreaux en contact, mais qu'elle se modifie en même temps, de manière à présenter moins de *pente* qu'auparavant; ce qui veut dire que le magnétisme absolu de la partie du barreau AB, voisine de A, augmente et que son intensité magnétique diminue. Le même résultat se produit lorsque l'on vient à appliquer une masse de fer doux contre l'une des extrémités d'un barreau d'acier aimanté d'une manière permanente; il se produit encore, et d'une manière bien plus accusée, quand on applique une armature en fer doux contre les extrémités des branches d'un aimant en fer à cheval. Dans tous les cas, le *magnétisme absolu* est augmenté, l'intensité magnétique est diminuée, et l'on peut se rendre un compte exact des modifications survenues en traçant les *courbes de désaimantation* avant et après l'application de l'armature ou de la masse de fer doux. A la vérité, on ne peut plus obtenir ces *courbes de désaimantation* par la méthode

du n° 21, quand on opère sur des aimants permanents, mais on les obtient alors comme je l'ai indiqué plus haut (n° 29).

» 31. D'après ce qui vient d'être dit de l'intensité magnétique, on conçoit que cette intensité peut changer de signe, sans que le *magnétisme absolu* en change lui-même; en d'autres termes, si l'on assimile un aimant à un solénoïde formé de circuits équidistants parcourus par des courants d'intensité variable, on peut obtenir *des points conséquents*, sans que la direction du courant solénoïdal soit intervertie : il suffit que l'intensité de ce courant varie d'une manière convenable. Supposons, par exemple, que dans le premier tiers de la longueur du solénoïde l'intensité du courant soit représentée par 2, qu'elle se trouve réduite à 1 dans le deuxième tiers et que dans le troisième elle s'élève de nouveau à 2 ; il est aisé d'apercevoir que, si l'on fait glisser un anneau d'un bout du solénoïde à l'autre, le courant induit changera trois fois de direction. Il peut donc se produire deux sortes de *points conséquents*, les uns résultant d'un changement dans la direction du courant solénoïdal, les autres dus uniquement aux variations d'intensité de ce courant. C'est pour éviter toute confusion entre ces deux sortes de *points conséquents* que j'ai désigné par le nom de *pôles doubles* les *points conséquents* de la première espèce, dont j'ai eu à parler dans mes Notes sur la machine de M. Gramme. »

PHYSIQUE. — *Note relative à l'action prétendue des liquides à faible tension superficielle sur les gaz dissous dans les liquides à forte tension superficielle;* par M. D. Gernez. (Présentée par M. Pasteur.)

« M. van der Mensbrugghe a publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie, t. LXXIV, p. 1038 (15 avril 1872) et dans les *Annales de Chimie et de Physique*, [4], t. XXVI, p. 318, diverses expériences qui l'ont conduit à donner l'énoncé suivant de ce qu'il a appelé un *nouveau principe* de Physique :

« Chaque fois qu'un liquide à forte tension superficielle et contenant des gaz en dissolution est mis en contact avec un liquide à faible tension, il y a un dégagement plus ou moins prononcé des gaz dissous dans le premier liquide. »

» Ce travail contient quelques points en contradiction avec les expériences que j'ai publiées en 1866 sur les solutions gazeuses sursaturées; la grande publicité qu'il a reçue et l'habileté bien connue de M. van der Mensbrugghe m'ont engagé à soumettre les faits annoncés à une étude expérimentale très-attentive, dont je vais indiquer le résultat. Je passerai

successivement en revue les points principaux signalés par M. van der Mensbrugghe : 1° le dégagement de gaz par l'agitation d'un liquide, additionné d'une petite quantité d'un autre liquide à tension superficielle plus faible ; 2° le dégagement présumé de gaz à la surface de séparation de deux liquides, de tensions superficielles différentes ; 3° l'action présumée des solides salis par une couche de matière grasse, sur les gaz dissous dans les liquides.

» I. Dans un flacon soigneusement nettoyé et contenant de l'eau distillée, on introduit quelques gouttes d'alcool, ou d'un autre liquide à faible tension superficielle ; on bouche, on agite et il se produit une vive effervescence. Suivant l'auteur, c'est le gaz dissous dans l'eau qui se dégage et non l'air introduit dans le liquide par l'agitation : la seule preuve qu'il donne de cette assertion, c'est que l'eau et l'alcool agités isolément ne produisent aucun pétillement gazeux. Cette démonstration est *à priori* insuffisante ; car l'eau, l'alcool, et l'eau additionnée d'alcool, sont des liquides qui peuvent retenir inégalement l'air qu'on y introduit par l'agitation ; il faut donc, pour décider la question, avoir recours à l'expérience. Pour la rendre plus démonstrative, au lieu d'opérer sur de petites quantités de liquide, je me suis servi de flacons qui contenaient jusqu'à neuf litres d'eau distillée, et, pour apprécier le moindre dégagement gazeux, j'ai fermé le flacon par un bouchon percé d'un trou, dans lequel s'engageait un tube recourbé horizontalement et muni d'un index liquide dans une région capillaire du tube. Après avoir introduit de petites quantités d'alcool, variables avec le volume de l'eau distillée, j'ajustais le bouchon et je fermais l'extrémité du tube ; puis j'imprimais au flacon de violentes secousses, qui déterminaient une vive effervescence : je débouchais alors l'extrémité du tube, et le mouvement de l'index n'a *jamais* indiqué un dégagement de gaz ; il a, au contraire, manifesté une faible absorption, quelque grande que fût la quantité d'eau employée. J'ai répété la même expérience avec l'alcool, la créosote, les essences de térébenthine et de lavande, les huiles d'olive, de lin, de colza, d'amandes douces, et je n'ai pu constater d'augmentation dans le volume de l'air. Le pétillement tient vraisemblablement à ce que les liquides dont il s'agit, ajoutés à l'eau, lui communiquent la propriété de *mousser*, c'est-à-dire de retenir plus longtemps, sous forme de bulles, l'air du flacon que l'on introduit par l'agitation au sein du liquide.

» J'ai, du reste, constaté que le même flacon peut servir à montrer pour ainsi dire indéfiniment l'effervescence qui suit l'agitation. Après cent opérations, faites avec deux flacons additionnés respectivement d'alcool et

d'essence de lavande, le pétillement gazeux était aussi abondant qu'à l'origine, ce qui serait inexplicable s'il était dû au dégagement de l'air dissous, dont la quantité est très-limitée.

» Enfin, si l'on substitue à l'eau froide, qui contient de l'air en dissolution, de l'eau récemment purgée d'air par une ébullition prolongée et encore chaude, on observe, après agitation, des bulles de gaz aussi abondantes, qui ne peuvent provenir que de l'air introduit dans le liquide.

» II. Lorsqu'on superpose à un liquide un autre liquide à tension superficielle très-différente, soit sous forme de gouttes, soit sous forme de couche plus ou moins épaisse, il se produit, suivant M. van der Mensbrugghe, à la surface de séparation, un dégagement de bulles gazeuses que j'ai vainement essayé de constater. Pour exagérer le phénomène et le rendre plus apparent, je me suis servi de solutions sursaturées; dans de pareils liquides, pour peu qu'une substance soit apte à provoquer le dégagement gazeux, on la voit se couvrir de bulles, qui prennent en peu d'instants des dimensions relativement considérables. Je me suis principalement servi de la solution sursaturée d'acide carbonique, que j'ai superposée aux liquides plus denses, comme le sulfure de carbone ou le chloroforme, ou à laquelle j'ai superposé les liquides moins denses, comme les huiles fixes ou volatiles, ou même des liquides miscibles à l'eau, comme l'alcool, l'éther, la créosote, que l'on obtient facilement avec l'eau en couches dont la surface de séparation est longtemps apparente. Avec ces liquides, je n'ai *jamais observé* de dégagement gazeux au contact des deux liquides différents. Les seules précautions à prendre, pour qu'il ne se produise aucune bulle de gaz, consistent à employer des liquides bien filtrés, et à éviter l'accès des poussières ou des filaments solides qui peuvent s'accumuler à la surface de séparation des deux liquides et se couvrir de bulles gazeuses. Cet effet provient, comme je l'ai démontré (1), de l'existence d'une couche d'air condensée à la surface des corps longtemps exposés au contact de l'air, et qui provoque le dégagement du gaz de sa solution sursaturée.

» III. Lorsque des corps solides ont été exposés à l'air libre, ou enduits d'une matière grasse, ils déterminent le dégagement de l'air dissous dans l'eau. M. van der Mensbrugghe attribue cet effet à la pellicule de matière grasse à faible tension superficielle, dont le corps est couvert. Il résulte des expériences précédentes que les matières grasses n'ont par elles-mêmes aucun effet sur les gaz dissous dans l'eau, et j'ai démontré, dans le travail

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 883.

auquel j'ai fait allusion plus haut, que les corps solides dont la surface est complétement privée de gaz sont aussi sans action sur les solutions sursaturées. Il était donc infiniment probable qu'un corps solide couvert d'une matière grasse serait absolument inactif. Cependant, devant l'assertion contraire de M. van der Mensbrugghe, j'ai cru devoir vérifier le fait par expérience, en prenant soin d'éliminer toute circonstance perturbatrice. La plus importante est l'action de la couche d'air adhérente à la surface des corps solides; je l'ai supprimée en faisant séjourner longtemps ces corps, soit dans l'eau bouillante, soit dans l'alcool. Pour rendre l'expérience plus frappante, j'ai opéré non-seulement avec l'eau, qui dissout très-peu d'air, mais aussi avec une solution sursaturée d'acide carbonique dans l'eau, dont la tension superficielle est à peu près la même; je la recouvre d'une couche d'huile d'olive ou d'huile de lin, au-dessus de laquelle je dépose une couche d'alcool. Des baguettes de verre qui ont séjourné dans l'alcool, où elles se débarrassent de l'air adhérent, plongées très-lentement dans l'huile, puis enfoncées dans la solution sursaturée d'acide carbonique, ne manifestent pas *le moindre* dégagement gazeux, soit sur les parties de la baguette recouvertes d'huile, soit sur les autres, tandis que des baguettes pareilles, non débarrassées de l'air adhérent et plongées directement dans la solution sursaturée, après avoir été huilées ou non, se recouvrent immédiatement de bulles gazeuses.

» Des trois séries d'expériences que je viens d'exposer, il résulte qu'il n'y a pas lieu de rattacher les phénomènes dont il s'agit à la tension superficielle, ni d'admettre le nouveau principe de Physique proposé par M. van der Mensbrugghe. »

CHIMIE. — *Sur l'acide sulfureux et l'acide chlorosulfurique. — Combinaison du chlore et de l'hydrogène dans l'obscurité complète;* par M. **Melsens**. (Extrait.)

» I. Depuis quelques années déjà, j'ai communiqué à plusieurs chimistes un procédé simple pour préparer l'acide chlorosulfurique en quantité considérable, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la lumière directe ou diffuse. L'opération réussit dans une chambre absolument obscure, éclairée par une lanterne monochromatique. Il suffit de faire arriver de l'acide sulfureux et du chlore secs dans l'acide acétique cristallisable; l'intervention de ce troisième corps provoque la formation de l'acide chlorosulfurique, et il se produit des acides chloracétiques. L'acide acétique est

attaqué lentement par le chlore à la lumière diffuse avec formation d'acide monochloracétique; mais la production des acides chloracétiques et de l'acide chlorosulfurique, dans l'*obscurité complète*, offre un intérêt particulier.

» Tous les essais faits pour produire l'acide bromosulfurique par des moyens semblables ou par d'autres moyens n'ont pas réussi.

» L'acide chlorosulfurique, obtenu par l'intervention de l'acide acétique, se sépare des autres composés produits avec lui, par distillations fractionnées.

» II. L'acide chlorosulfurique peut encore être obtenu, à l'abri de la lumière directe, en faisant absorber successivement du chlore et de l'acide sulfureux secs par la braise purifiée par de nombreux lavages et des calcinations répétées, dont une au rouge blanc, dans un courant de chlore sec, prolongé pendant plusieurs heures.

» Les cellules du charbon réalisent donc une combinaison qui exigerait la lumière solaire la plus intense, en dehors de leur intervention, ce qui s'explique par l'énorme condensation qu'éprouvent les gaz dans les pores du charbon.

» III. Lorsqu'on fait absorber du chlore par le charbon, la température s'élève; mais, en refroidissant le vase et en prolongeant l'action, on parvient aisément à saturer complétement le charbon de chlore.

» J'ai étudié les charbons de nature différente au point de vue des quantités de gaz qu'ils peuvent fixer; j'en ai rencontré qui ont fixé près de leur poids de chlore.

» Si sur ces *charbons chlorés*, parfaitement secs, on fait arriver de l'hydrogène pur, desséché sur de longues colonnes d'acide phosphorique anhydre, on constate qu'il se produit, à froid, dans l'obscurité absolue, des quantités notables d'acide chlorhydrique. L'hydrogène est donc brûlé; mais, en même temps, il se dégage du chlore.

» La température a baissé de 20 degrés, en opérant sur une cinquantaine de grammes de charbon. On réalise donc *à froid et à l'abri complet de la lumière, la combustion de l'hydrogène par le chlore, même en se plaçant dans des circonstances où il y a abaissement de température.*

» Le chlore reprend l'état gazeux et s'échappe avec l'excès d'hydrogène et une partie de l'acide chlorhydrique formé; des gaz condensés reprennent donc l'état gazeux, et la chaleur, absorbée par le retour à cet état, l'emporte sur la chaleur dégagée par la formation d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique.

» IV. Si l'on fait arriver de l'eau sur du *charbon imprégné de chlore*, elle

se décompose dans un temps très-court en acide chlorhydrique et en acide carbonique; une partie du chlore se dégage; on constate alors une légère élévation de température.

» Je n'ai trouvé aucun produit autre que l'acide chlorhydrique et l'acide carbonique, c'est-à-dire qu'il ne se forme ni acides oxygénés du chlore, ni acides organiques.

» J'ai prouvé autrefois (1) que le charbon ou la braise pure, en suspension dans l'eau bouillante traversée par un courant de chlore, donnait naissance, entre autres produits, à un acide analogue aux acides dits *ulmiques*. L'action est tout autre dans mes nouvelles expériences.

» V. Je suis parvenu, il y a déjà une dizaine d'années, à régulariser, pour les besoins du laboratoire ou de l'industrie, le procédé signalé par M. Dumas pour la préparation de l'acide sulfureux (2). J'utilise, en effet, l'action de l'acide sulfurique sur le soufre. J'emploie ordinairement des vases en fonte; il suffit d'introduire dans l'appareil, lorsqu'on opère dans le verre, de la ponce en fragments d'environ 1 centimètre de côté.

» En opérant dans un vase en fonte d'une douzaine de litres, il est facile de préparer, en un jour, des quantités considérables d'acide sulfureux liquéfié.

» J'avais cherché, dès 1860, à déterminer le point d'ébullition exact de ce corps; j'ai fait des essais très-nombreux, avec des vases de toute nature, mais ils ont été infructueux. Mes expériences confirment celles que M. V. Regnault a publiées en 1862.

» J'ai déterminé la tension de la vapeur de l'acide sulfureux à 100 degrés en employant des tubes et des manomètres métalliques, et j'ai trouvé sensiblement le nombre que donne la formule de M. V. Regnault. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la statique des dissolutions salines;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les sels dissous réagissent les uns sur les autres, de telle façon que les acides forts s'emparent des bases fortes, laissant les bases faibles aux

---

(1) *Comptes rendus*, t. XIX, p. 1292; 1844.

(2) Le soufre peut transformer, à l'aide de la chaleur, l'acide sulfurique en acide sulfureux en passant lui-même à cet état. Le bas prix du soufre rendrait ce procédé très-applicable, si ce corps ne fondait pas à une température plus basse que celle qui est nécessaire à la réaction. Cette circonstance rend l'opération tumultueuse et difficile à régler. (*Traité de Chimie*, t. I, p. 149.)

acides faibles : cette opinion, à laquelle la plupart des chimistes sont arrivés, sur la foi de considérations générales plutôt que par des preuves positives, peut être démontrée à l'aide du thermomètre. Le carbonate de potasse, par exemple, décompose le sulfate d'ammoniaque en dissolution, et le transforme complétement, ou à peu près, en sulfate de potasse : transformation qui se traduit par une absorption de 3200 calories (1). De même les borates, cyanures, phénates alcalins, mis en présence du chlorhydrate ou du sulfate d'ammoniaque, se transforment en chlorure de potassium et sulfate de potasse, etc. De même encore l'acétate de soude, en présence des sulfates, chlorures, azotates de peroxyde de fer, de zinc, de cuivre, se change en sulfate, chlorure, azotate de soude (2), changement qui est attesté par mes expériences thermiques.

» 2. Tâchons d'expliquer ces résultats, en en montrant la nécessité. Ils découlent, ce me semble, de cette proposition générale : *Le sel dont la formation dégage le plus de chaleur est celui qui prend naissance dans les dissolutions, toutes les fois que les sels aux dépens desquels il peut se former sont à l'état de décomposition partielle dans la liqueur.*

» L'ensemble des réactions déterminées par cette première formation ne répond pas d'ailleurs d'une manière nécessaire à un dégagement thermique maximum; il peut même absorber de la chaleur.

» 3. C'est donc la stabilité des sels en présence de l'eau qu'il s'agit de définir. On peut souvent la mesurer par l'étude thermique des changements opérés pendant la dissolution, procédé qui s'applique surtout au cas où les changements s'opèrent rapidement et dans des liqueurs concentrées. Par exemple, le carbonate d'ammoniaque et les autres sels ammoniacaux formés par des acides faibles (3) éprouvent, en présence de l'eau, une certaine décomposition, croissante avec la proportion du dissolvant. Le carbonate d'ammoniaque, en particulier, peut être regardé comme décomposé aux deux tiers, en présence de $110 H^2O^2$, et aux sept huitièmes, en présence d'un poids d'eau décuple (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1006).

» Quant aux sels ammoniacaux formés par des acides forts, leur décomposition est trop faible pour être sensible au thermomètre; mais on la manifeste par d'autres épreuves. On sait en effet que les dissolutions des sulfate, chlorhydrate, azotate d'ammoniaque offrent une légère réaction acide,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1051.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1474; LXXIV, p. 122.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 864 et 867.

indice d'une décomposition commencée sous l'influence de l'eau ; mais elle ne surpasse pas un à deux dix-millièmes du poids du sel.

» On peut la rendre plus nette en séparant l'ammoniaque par distillation. En opérant sur 10 grammes de sel dissous dans 250 centimètres cubes d'eau, et en recueillant l'eau qui distille jusqu'à réduction à moitié, les essais alcalimétriques de la liqueur distillée, qui est alcaline, et de la portion fixe, qui est acide, permettent de mesurer la décomposition; en même temps les deux essais se contrôlent l'un l'autre, dans la limite d'erreur que comportent des mesures aussi délicates. J'ai trouvé que la décomposition s'élève dans ces circonstances :

Pour le chlorhydrate..........	à un millième;
Pour l'azotate...............	à deux millièmes environ;
Pour le sulfate..............	à cinq millièmes.

Elle est bien plus notable pour le benzoate et pour les sels organiques analogues, comme je l'ai vérifié.

» A la vérité, ces chiffres s'appliquent à une température de 100 degrés; mais la réaction acide des sels ammoniacaux ne permet guère de douter que la décomposition n'ait déjà lieu à la température ordinaire.

» 4. Ces faits établis, mettons le sulfate (ou l'azotate, ou le chlorhydrate) d'ammoniaque en présence de l'eau et d'un carbonate alcalin. Quelques dix-millièmes du premier sel se trouvent décomposés par l'eau seule en acide sulfurique libre et ammoniaque, tenus en équilibre par l'action antagoniste de l'eau et du sel neutre; mais l'addition du carbonate de potasse trouble cet équilibre, l'acide sulfurique libre ne pouvant subsister en sa présence, parce que la formation du sulfate de potasse dégage plus de chaleur que celle du carbonate. Aussi le dernier sel est-il décomposé complétement par l'acide sulfurique libre équivalent, même dans les solutions étendues, comme le prouvent les phénomènes thermiques (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 480).

» Cependant l'équilibre entre l'eau, le sulfate d'ammoniaque et les composants de ce sel régénère aussitôt une nouvelle dose d'acide sulfurique libre, qui se change encore en sulfate de potasse aux dépens du carbonate, et ainsi de suite jusqu'à transformation complète ou à peu près. L'ammoniaque mise en liberté simultanément n'empêche pas le jeu de ces transformations, parce qu'elle forme elle-même avec l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque, ou plus exactement un système en équilibre renfermant les deux carbonates d'ammoniaque normaux, de l'eau et de l'ammoniaque libre (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1006); l'action de cette

dernière est affaiblie à la fois par sa moindre proportion et par l'action antagoniste du bicarbonate.

» Il résulte de ces faits et de ces raisonnements que le sulfate d'ammoniaque et le carbonate de potasse, mis en présence de l'eau, doivent se changer presque entièrement en sulfate de potasse et carbonate d'ammoniaque : conclusion confirmée par les expériences thermiques.

» 5. Un mécanisme semblable explique les doubles décompositions des sels métalliques. Par exemple, le thermomètre indique que les sulfate et azotate ferriques (1), mis en présence de l'eau et de l'acétate de soude, se changent à peu près complétement en sulfate de soude et azotate de soude. Cette réaction est une conséquence de l'état de décomposition partielle des sels ferriques dissous (2) : de là résulte une certaine proportion d'acide sulfurique ou azotique libre, laquelle déplace complétement l'acide acétique équivalent dans l'acétate de soude dissous (3), conformément au résultat obtenu par des essais directs ; on rentre ainsi dans la même chaîne de réactions que pour les sels ammoniacaux, laquelle aboutit de même à une double décomposition à peu près totale.

» De même pour les sulfates, chlorures, azotates de zinc, de cuivre, et pour l'azotate de plomb, en présence des acétates alcalins ; mais il est inutile d'insister.

» 6. Tous ces déplacements sont la conséquence de la formation du sel qui dégage le plus de chaleur entre tous ceux dont la production est possible. Cette même formation règle, comme je l'ai montré (4), les actions des acides sur les sels dans leurs dissolutions. Si le sel qui dégage le plus de chaleur est stable en présence de l'eau, sa formation est complète, comme il arrive dans la réaction des acides chlorhydrique et azotique sur les carbonates ou sur les acétates ; mais s'il éprouve une décomposition partielle sous l'influence de l'eau, ce qui est le cas des bisulfates, sa formation est limitée, et elle a lieu précisément dans la proportion réglée par la stabilité du sel. La décomposition des sulfates neutres par les acides chlorhydrique et azotique peut être ainsi constatée, expliquée et même calculée dans ses proportions relatives.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 122.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 51.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 436 et 483.
(4) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 435, 480, 538, 583.

» 7. C'est donc là une règle générale, applicable aux solutions salines; elle fournit de nouvelles vérifications d'un principe de thermochimie que j'ai énoncé il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 103), lequel conduit à la conséquence suivante :

» Tout changement chimique, accompli sans l'intervention d'une énergie étrangère, tend vers la production du corps ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures polypropyléniques;* Note de M. **Prunier**, présentée par M. Bussy.

« Ces carbures prennent naissance lorsqu'on traite le bromure de propylène par l'hydrogène naissant. En étudiant l'action de cet agent sur le bromure de propylène bouillant de 138 à 143 degrés, dans le but de régénérer le propylène, on a successivement mis en œuvre l'acide chlorhydrique et le zinc, l'acide acétique et le zinc, enfin l'amalgame de sodium.

» En opérant de cette manière, on régénère en effet le propylène; mais avec l'acide acétique le rendement est notablement inférieur à celui qu'indique la théorie. De plus, la température du ballon s'élève notablement, bien qu'on évite de le chauffer.

» Après quelques recherches destinées à découvrir la cause du déficit ainsi constaté, on a fini par retirer des résidus une quantité notable d'un liquide visqueux, d'une densité peu inférieure à celle de l'eau et doué d'une odeur pénétrante analogue à celle de l'alcool méthylique impur. Ce liquide, soigneusement desséché, s'attaque violemment par le brome, et la presque totalité se transforme en un bromure très-dense, visqueux et en partie cristallisable. Soumis à la distillation fractionnée, il s'est réparti en une série de coupes assez mal délimitées, mais dont les portions principales se trouvaient espacées à 60 ou 70 degrés les unes des autres.

» Le premier liquide passait vers 70-80 degrés; il est mobile, incolore et faiblement odorant. On a continué l'opération jusqu'à 350 degrés en obtenant de petites quantités de produits, en sorte que, arrivé à cette température, la moitié au moins du liquide en expérience n'avait point encore distillé. Toutefois vers 330-340 degrés passait, en proportion relativement considérable, un corps presque incolore, légèrement visqueux, qui a été soumis à l'analyse. Ce corps représentait, en volume, environ le cinquième du produit brut. Il est un peu plus léger que l'eau.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

I. $0^{gr},559$ de matière ont fourni :

Acide carbonique ...	$1^{gr},739$
Eau...............	$0^{gr},723$

II. $0,^{gr}418$ de matière ont fourni :

Acide carbonique....	$1^{gr},312$
Eau..............	$0^{gr},526$

En centièmes :

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C........	85,7	84, 8	85,4
H........	14,3	14,36	14,0
	100,0		

» Cette analyse prouve que le carbure examiné répond à la formule $C^{2n}H^{2n}$. Son origine indique que c'est un polymère du propylème $C^{6n}H^{6n}$, les divers polymères de cette formule prenant naissance simultanément dans la réduction du bromure.

» Le carbure, volatil aux environs de 70 degrés, est probablement un dipropylène $(C^6H^6)^2$; son point d'ébullition se rapproche de celui de l'hydrure d'hexylène.

» Quant au carbure que j'ai analysé, son point d'ébullition répond approximativement à un hexapropylène $(C^6H^6)^6$; il appartient à la même série que les carbures polypropyléniques tétrapropylène $(C^6H^6)^4$ et pentapropylène $(C^6H^6)^5$ signalés par M. Berthelot (1), qui les avait obtenus dans la réaction de l'acide sulfurique concentré sur le propylène.

» Les produits volatils au-dessus de 350 degrés que j'ai observés représentent des polymères d'une condensation encore supérieure à $(C^6H^6)^6$, et montrent l'énergie de la réaction. Il m'a paru intéressant de noter la formation de ces polymères dans un milieu réducteur, à basse température et en présence d'un acide faible, comme l'acide acétique.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude;* 3e Note de M. PICOT, de Tours. (Extrait.)

« Cette Note a pour objet de montrer : 1° l'action physiologique du silicate de soude; 2° son effet sur les fermentations que l'on peut produire

(1) *Bulletin de la Soc. Chim.*, 1869, 1er semestre, p. 12.

expérimentalement dans l'organisme; 3° les résultats qu'il procure dans le traitement de la septicémie expérimentale.

I. — Action physiologique du silicate.

» A. *Pénétration du sel par les voies digestives.* — Jusqu'à la dose de 25 centigrammes, les lapins du poids de 1800 à 2300 grammes ne m'ont rien manifesté de particulier. A partir de 25 centigrammes, l'animal ne mange pas et perd de son poids. Avec 50 centigrammes, la diarrhée se manifeste; un état fébrile se maintient pendant deux ou trois jours.

» Au-dessus de 50 centigrammes, les accidents augmentent; il y a fièvre, parfois élévation de température de $1\frac{1}{2}$ à 2 degrés. L'appétit est perdu; il y a diarrhée. Jusqu'à 75 centigrammes, les lapins résistent presque tous; quelques-uns meurent, un sur dix; les autres mettent cinq à sept jours à se rétablir. Les mouvements respiratoires s'élèvent à 120 ou 150 par minute (six lapins).

» Au-dessus de 75 centigrammes, la température peut s'élever de 39 degrés à 41°,5. La diarrhée existe toujours. A 1 gramme, tous les lapins meurent.

» Les *autopsies* accusent une rougeur intense de l'estomac et des intestins. Les globules du sang sont petits, ratatinés, avec des déformations et des déchiquetures profondes.

» B. *Injections hypodermiques.* — Les effets produits sont locaux et généraux : 1° *Locaux.* Au bout de vingt-quatre heures, on constate, dans la partie où s'est faite l'injection, une tumeur dure qui durcit de plus en plus. Après trois jours, cette tumeur a atteint la peau qui la recouvre, et il y a formation d'une véritable eschare excessivement dure et d'un gris noirâtre. Elle se détache au bout de huit à dix jours, et souvent sans être accompagnée de suppuration. 2° *Généraux.* Ils varient avec la dose. Jusqu'à 25 centigrammes, les manifestations sont peu sensibles. A partir de 25 centigrammes jusqu'à 50, on constate la rapidité des mouvements respiratoires, la prostration et l'élévation de température qui va jusqu'à 1 degré et 1°,5; aucun animal, sur huit mis en expérience, n'a succombé; la durée de la maladie a été de quatre à six jours. Au-dessus de 50 centigrammes jusqu'à 60 centigrammes, la moitié des animaux succombent (quatre lapins); les symptômes sont les mêmes; à l'autopsie, on ne trouve que des déformations globulaires dans le sang. Les animaux meurent en vingt-

quatre et quarante-huit heures. Ceux qui survivent mettent six et huit jours à se rétablir.

» C. *Injections dans les veines.* — Deux chiens ont subi les injections veineuses. L'un pesait 6 kilogrammes ; il a reçu 75 centigrammes du sel, il est mort en vingt-quatre heures. Le second a reçu 1 gramme ; il pesait 7 kilogrammes, il est mort en trente heures. Symptômes et lésions analogues à ceux qui ont été cités pour les lapins.

II. — Effets sur les fermentations produites expérimentalement dans l'organisme.

Expérience : Dans la jugulaire externe d'un chien du poids de $15^{kg},8$, j'injecte : 1° 20 grammes de glucose ; 2° 2 grammes de levûre de bière ; 3° $0^{gr},50$ de silicate. Toutes les précautions sont prises pour éviter la pénétration de l'air. Le chien meurt après quinze heures ; il a vomi des matières sanguinolentes, a eu une diarrhée sanguinolente (expérience de M. Cl. Bernard). L'autopsie ne révèle que les lésions habituelles des globules rouges.

III. — Traitement de la septicémie expérimentale.

1° *Silicate par injections hypodermiques.*

Avec du sang de bœuf abandonné à l'air pendant deux jours et dégageant alors une odeur putride, renfermant les points mobiles et les bactéries de la putréfaction (*bacterium punctum, bacterium bacillus*), est faite une *première série.*

Lapin n° 1, poids 1670 grammes ; t. 40 degrés. Injection de 1 centimètre cube de sang. — Lapin n° 2, poids 2360 grammes ; t. 38°,5. Injection de 1 centimètre cube de sang et de $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Le lapin n° 1 meurt en trente-six heures environ, avec 1 degré d'élévation de température. — Le lapin n° 2 meurt en cinquante-six heures environ, avec 3 degrés d'élévation de température. — Les autopsies montrent les mêmes lésions : abcès multiples du foie ; globules rouges déformés, pas d'infusoires dans le sang.

Deuxième série. — Le sang du lapin n° 1 est injecté à la dose d'un demi-centimètre cube. — Lapin n° 3, poids 1150 grammes ; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 4, poids 2240 grammes ; t. 39 degrés. Injection de sang, puis de $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Le lapin n° 3 meurt en moins de seize heures, avec 2°,8 d'élévation de température. — Le lapin n° 4 meurt en vingt heures, avec 2°,5 d'élévation de température. — Autopsies : abcès multiples du foie, déformations globulaires, pas d'infusoires dans le sang.

Troisième série, injections du sang du lapin n° 3. — Dose $\frac{1}{4}$ de centimètre cube. — Lapin n° 5, poids 1955 grammes ; t. 39°,5. Injection de sang. — Lapin n° 6, poids 1705 grammes ; t. 39°,5. Injection de sang et de silicate, $0^{gr},25$. Après seize heures, injection nouvelle de $0^{gr},25$ de silicate. — Lapin n° 7, poids 1850 grammes ; t. 39 degrés. Injection de sang et de $0^{gr},50$ de silicate. — Lapin n° 8, poids 2050 grammes ; t. 39 degrés. Injection de sang et de $0^{gr},50$ de silicate. Après vingt-quatre heures, nouvelle injection de $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 5 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2°,5 de température. — Lapin n° 6 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2 degrés de température. — Lapin n° 7 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2°,5 de température. — Lapin n° 8 mort en moins de trente heures, avec élévation de 2°,5 de température. — Autopsies semblables aux précédentes.

2° Silicate par les voies digestives.

Quatrième série, injection du sang du lapin n° 5. — Dose, une goutte. — Lapin n° 9, poids 2125 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 10, poids 2255 grammes; t. 39°,5. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après quatre heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate et en même temps injection de sang. — *Résultats :* Lapin n° 9 mort en vingt-neuf heures environ, avec élévation de 1°,8 de température. — Lapin n° 10 mort en dix-neuf heures, après l'injection de sang, avec élévation de 1°,8 de température.

Cinquième série, injections du sang du lapin n° 9. — Dose $\frac{1}{2}$ goutte. — Lapin n° 11, poids 1825 grammes; t. 39°,6. Injection de sang. — Lapin n° 12, poids 1945 grammes; t. 39°,6. Injection de sang. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après vingt et une heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 11 mort en vingt-six heures environ, avec 2°,2 d'élévation de température. — Lapin n° 12 mort en trente-trois heures environ, avec 2°,1 d'élévation de température. — Autopsies semblables aux précédentes.

Sixième série, injections du sang du lapin n° 11. — Dose $\frac{1}{4}$ de goutte. — Lapin n° 13, poids 2010 grammes; t. 38°,5. Injection de sang. — Lapin n° 14, poids 2078 grammes; t. 39°,8. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après cinq heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate. Après trente-trois heures du début, injection de sang. — Lapin n° 15, poids 1918 grammes; t. 39°,5. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après trente-trois heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate. Après dix-sept heures, il avale encore $0^{gr},25$ de silicate. Après soixante-sept heures du début, injection de sang. Après neuf heures, il avale encore $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 13, mort en vingt-neuf heures environ, avec 4°,3 d'élévation de température. — Lapin n° 14, mort en vingt-neuf heures environ, après l'injection, avec 2°,2 d'élévation de température. — Lapin n° 15, mort en douze heures environ, après l'injection, avec 0°,8 d'élévation de température.

Septième série, injections du sang du lapin n° 13. — Dose $\frac{1}{80}$ de goutte. — Lapin n° 16, poids 2085 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 17, poids 2025 grammes; t. 39°,8. Injection de sang. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 16, mort en vingt-huit heures environ, avec 1°,5 d'élévation de température. — Lapin n° 17, mort en vingt-huit heures environ, avec 1°,8 d'élévation de température.

Huitième série, injections du sang du lapin n° 16. — Dose $\frac{1}{100}$ de goutte. — Lapin n° 18, poids 1940 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 19, poids 1780 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après dix-sept heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 18, mort en vingt-trois heures environ, avec 1°,9 d'élévation de température. — Lapin n° 19, mort en vingt-trois heures environ, avec 1°,9 d'élévation de température.

Neuvième série, injections du sang du lapin n° 18. — Dose $\frac{1}{400}$ de goutte. — Lapin n° 20, poids 1825 grammes; t. 39°,1. Injection de sang. — Lapin n° 21, poids 2420 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. — Après sept heures, il avale de nouveau $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 20, mort en moins de huit heures. Il a été impossible de constater l'élévation de température. — Lapin n° 21, mort en onze heures environ, avec 1°,6 d'élévation de température.

Dixième série, injections du sang du lapin n° 20. — Dose $\frac{1}{2000}$ de goutte. — Lapin n° 22, poids 1550 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 23, poids 2005 grammes; t. 39°,5. Injection de sang. Il avale $0^{gr},25$ de silicate. Après deux heures, il avale de nou-

veau 0gr,25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 22, mort en six heures. Température non constatée. — Lapin n° 23, mort en environ dix heures, avec 2 degrés d'élévation de température.

» CONCLUSIONS. — A. *Action physiologique.* Quel que soit le mode d'administration du silicate, c'est une substance énergique. Il tue toujours, à la dose de 1 gramme, les lapins auxquels on la donne. La principale manifestation qu'il détermine est la tendance à l'asphyxie, reconnaissant pour cause la destruction des globules rouges. Il donne de la fièvre, et, lorsqu'il est administré par les voies digestives, il provoque la diarrhée.

» B. *Action sur les fermentations produites artificiellement dans l'organisme.* Le silicate n'empêche pas la mort des animaux auxquels on injecte du glucose et de la levûre de bière.

» C. *Action sur la septicémie expérimentale.* Le silicate n'a aucun effet, soit qu'on sature l'animal de silicate avant l'injection putride, soit qu'on fasse absorber ce sel par une voie quelconque au moment de l'injection, soit qu'on l'administre à plusieurs reprises à un animal injecté; la mort se produit également, les mêmes phénomènes symptomatiques existent et l'autopsie révèle les mêmes lésions.

» Ce qu'il y a de surprenant ici, c'est qu'un sel susceptible d'arrêter la putréfaction en dehors de l'économie soit sans influence sur la septicémie, qui est considérée de nos jours par bon nombre de savants comme une véritable fermentation putride du sang.

» Mes expériences septicémiques m'ont fourni des faits qui sont en désaccord avec les théories régnantes. J'aurai l'honneur d'en faire part à l'Académie dans une Note nouvelle (1).

PHYSIQUE. — *Examen spectroscopique de la chlorophylle dans les résidus de la digestion;* Note de M. J. CHAUTARD. (Extrait.)

« Les résultats que j'ai communiqués à l'Académie dans ma dernière Note (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1836) se rattachent à un travail plus général, dont j'extrais encore aujourd'hui quelques faits.

» Les indications dont j'ai fait usage dans cette Note et dans celle d'aujourd'hui n'auraient aucune valeur, si je ne disais au préalable les points

(1) Les faits indiqués par M. Picot, dans la Note actuelle, offrent de nombreuses analogies avec ceux qui ont été déjà signalés par MM. Rabuteau et F. Papillon dans diverses Communications. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

qui m'ont servi de repères. Le micromètre de mon spectroscope est divisé en 150 divisions, dont la 40e correspond à la raie D de la soude; le n° 10 coïncide à peu près avec la raie A de Fraünhofer, et le n° 150 avec la raie H. Partant de là, il sera toujours facile de rendre les observations comparables.

» Ainsi que je l'ai fait remarquer dans ma première Communication, la bande noire que présente le spectre de la chlorophylle, dans la partie moyenne du rouge, c'est-à-dire entre les raies B et C de Fraünhofer, est d'une persistance telle, que l'on peut arriver à reconnaître la présence de cette substance dans une solution qui n'en contient que $\frac{1}{10000}$ de son poids. Grâce à cette sensibilité et à cette sûreté du procédé spectroscopique, j'ai pu trouver aisément dans les résidus de la digestion la chlorophylle et m'assurer qu'elle n'avait ainsi éprouvé d'autre altération que celle que le temps ou les acides lui font subir naturellement.

» En traitant les excréments humains ou ceux de divers animaux par l'alcool, on obtient une liqueur colorée qui absorbe d'une manière assez complète les couleurs les plus réfrangibles du spectre, en même temps que dans le rouge moyen et dans l'orangé apparaissent deux des raies spécifiques de la chlorophylle. La région verte est souvent traversée par une bande noire qui semble dépendre du spectre de la bile, toujours plus ou moins mêlée aux fèces. L'intensité et la largeur de cette dernière bande varient beaucoup suivant certaines circonstances physiologiques ou pathologiques faciles à prévoir.

» Les animaux dont j'ai examiné les produits sont le cheval, la vache, le mouton, le chien, le chat, le lapin, les poules. Tous ont fourni deux des raies caractéristiques de la chlorophylle; mais, chez les herbivores, le phénomène s'est manifesté avec une netteté infiniment plus grande que chez les omnivores. Avec tous, il est facile de faire varier les apparences, en modifiant le régime alimentaire. Ainsi, en nourrissant un chien et un chat exclusivement de viande, pendant plusieurs jours, on arrive à diminuer l'intensité de la raie noire du rouge (la seule qui persiste alors que les autres se sont déjà éteintes) et même à la faire disparaître complétement. Des poulets élevés en liberté dans un jardin et d'autres nourris en endroits clos, avec du son ou du grain, m'ont présenté des différences analogues. Chez les herbivores, et le lapin en particulier, cette disparition n'a jamais lieu complétement. Ayant soumis pendant quinze jours des lapins à un régime alimentaire dépourvu de chlorophylle (pomme de terre, carotte, etc.), j'ai toujours retrouvé une raie noire dans les produits examinés, résultat

qui correspond à un fait connu des physiologistes, à savoir que le tube digestif d'un lapin, même après un jeûne rigoureux de plusieurs jours, ne se vide jamais complétement, tandis que, chez les omnivores, l'évacuation intestinale finit toujours, avec le temps, par devenir à peu près complète.

» J'ai reconnu également, dans la teinture alcoolique de cantharides, quelques-unes des raies de la chlorophylle, et spécialement celles du rouge et de l'orangé. Cette liqueur, préparée suivant les prescriptions du *Codex*, est d'un vert brunâtre assez foncé. Soumise à l'action du prisme, elle fournit plusieurs raies magnifiques, rappelant tout à fait celles de la chlorophylle. Pour démontrer que cette apparition était bien due à la présence des débris de feuilles dont s'étaient nourris ces petits animaux, j'ai examiné séparément deux teintures préparées, l'une avec les élytres seules, l'autre avec le reste du corps, et principalement l'abdomen de l'insecte. La première était à peine colorée et n'a pas donné de résultat appréciable; la seconde, fortement teintée, a fourni de prime abord, au milieu du rouge, une raie noire nettement accentuée, dont on a pu obtenir le dédoublement par l'action de la potasse, phénomène qui est un des caractères de la raie B de la chorophylle. D'autres insectes, notamment des hannetons secs, traités de la même manière, m'ont fourni des résultats analogues.

» Ces résultats me semblent avoir quelque intérêt pour la Physiologie, la Médecine légale, etc. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Observations relatives à une Communication récente de M.* Chautard, *sur les bandes d'absorption de la chlorophylle;* par M. A. **Millardet.** (Extrait.)

« Au mois de mars 1868, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de recherches sur la chlorophylle, exécutées en collaboration avec M. G. Kraus.

» Dans une Communication récente (*Comptes rendus,* t. LXXV, p. 1836), M. Chautard étudie les bandes d'absorption que présente une solution alcoolique fraîche de chlorophylle normale; il décrit ensuite les variations que manifestent ces bandes pour une solution de chlorophylle altérée, et termine par quelques conclusions pratiques et physiologiques. Je ferai remarquer qu'il existe déjà, su. les caractères spectroscopiques de la chlorophylle et de ses dérivés, un très-grand nombre de travaux. Le plus an-

cien paraît être celui de Brewster, il remonte à l'année 1834; les plus récents et les plus remarquables sont dus à MM. Kraus (1) et Hagenbach (2).

» Les bandes noires indiquées par M. Chautard avaient été aperçues par Brewster, dès 1834. Il est prouvé maintenant par un très-grand nombre de travaux, notamment par ceux de MM. Kraus et Hagenbach, que la solution alcoolique de chlorophylle normale est caractérisée par sept bandes d'absorption. La première que l'on rencontre, en allant du rouge au violet, est la plus caractéristique; elle est située entre les raies B et C de Fraünhofer; la deuxième, entre C et D; la troisième et la quatrième, entre D et E; la cinquième au delà de F; la sixième coïncide presque avec la raie G; enfin la septième occupe l'extrême violet (3).

» En ce qui touche au spectre de la même solution alcoolique de chlorophylle altérée par « les acides organiques ou quelques gouttes d'acide chlorhydrique », M. Chautard admet comme caractéristiques de cette solution quatre bandes d'absorption. M. Kraus a réfuté une assertion analogue de M. Askenasy, et montré qu'il existe en réalité sept bandes différentes et d'une position déterminée, caractéristiques de ce genre de solutions (4).

» De plus, ce dernier auteur a déterminé, avec la plus grande précision, l'analogie qui existe entre les phénomènes d'absorption que présentent les solutions altérées dont il vient d'être question, et ceux que manifestent des solutions alcooliques de préparation ancienne.

» Il est vrai, comme le dit M. Chautard, qu'il n'est point difficile de distinguer au spectroscope une alcoolature fraîche d'une autre de même espèce de préparation ancienne, ou d'une teinture obtenue de feuilles desséchées; mais le spectroscope est parfaitement inutile pour cela, la simple vue suffit et donne des résultats tout aussi précis. Les personnes qui savent combien l'altération de la chlorophylle est tout à la fois rapide et variable, suivant les circonstances, sauront apprécier jusqu'à quel point il est possible de déterminer « l'état et la date » des préparations officinales dans lesquelles on rencontre cette matière colorante.

» Enfin M. Chautard tire de son travail des conclusions d'ordre physiologique. L'identité de la chlorophylle a été démontrée pour tous les végé-

---

(1) G. Kraus, *zur Kenntniss der Chlorophyll farbstoffe und ihrer Verwadten*. Stuttgart, 1872.

(2) Hagenbach, *Annales de Poggendorff*, 1870.

(3) *Voir*, pour plus de détails, les Mémoires cités.

(4) Mémoire cité.

taux capables d'assimiler, et j'ai la confiance que mes recherches personnelles ont contribué à ce résultat. En conséquence, il est inadmissible que le rang qu'occupe une plante dans la classification, le climat, la température, l'exposition, le sol, exercent sur la composition de ce pigment la moindre influence. J'ajouterai, en terminant, qu'il me semble superflu de constater par l'examen spectroscopique « les altérations éprouvées par les végétaux poussant dans le voisinage des émanations acides des grandes usines de produits chimiques, et de préciser pour ainsi dire le cercle d'action de ces dernières ». Il suffit de savoir que, là où la chlorophylle éprouvera la moindre altération, l'assimilation cessera, et avec elle toute végétation. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Exercices des actions mécaniques dans l'astre, aujourd'hui détruit, d'où dérivent les météorites;* Note de M. **Stan. Meunier**, présentée par M. Daubrée.

« La substance de diverses météorites présente des traces de phénomènes mécaniques, déjà signalées à maintes reprises. Au point de vue de la Géologie comparée, il y a tout intérêt à rechercher si ces traces existent indistinctement sur tous les types de roches cosmiques, ou si, par leur localisation sur certains d'entre eux, elles ne peuvent pas spécifier en quelque façon le *régime géologique* de ces types.

» Parmi les *holosidères*, nous devons rapporter à des étirements le long de failles la déformation que présentent en divers points les figures de Widmannstætten de plusieurs fers. On va voir que la comparaison de cette déformation avec les faits présentés par les pierres donne beaucoup de vraisemblance à cette supposition. Parmi les masses où le fait en question peut être observé, il faut citer l'échantillon du fer météorique de Caille, enregistré dans les catalogues du Muséum sous le signe 2.Q.336.

» On retrouve de très-belles surfaces de glissement chez certains *syssidères*, et spécialement dans le fer d'Atacama (2.Q.407) dont l'origine filonienne a été l'objet d'une précédente Communication (1).

» Mais c'est surtout parmi les *sporadosidères-oligosidères* que ces accidents sont fréquents; c'est là aussi que leur étude est particulièrement instructive, et je vais y revenir dans un moment.

» Cette fréquence contraste avec l'absence de toute trace d'action méca-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588.

nique chez les *polysidères* et chez les *kryptosidères*, et justifie pleinement au point de vue géologique ces divisions, que M. Daubrée a, comme on sait, établies d'après des considérations toutes différentes (1).

» Les *asidères* n'ont présenté jusqu'ici aucun accident du genre de ceux qui vont m'occuper.

» En somme, on voit que, parmi les pierres météoriques, les sporadosidères-oligosidères sont seuls à offrir des traces d'actions mécaniques. Il y a plus : ces traces ne paraissent pas exister indifféremment dans tous les types rentrant dans cette division : la montréjite, la mesminite, l'erxlébénite, etc., ne les ont pas présentées; elles sont au contraire plus ou moins fréquentes dans l'aumalite, la chantonnite, la lucéite, la limérickite, la canellite, la parnallite, l'aiglite, etc.

» Étudiés dans ces derniers types, les accidents mécaniques des météorites se présentent sous trois formes qui ont été souvent confondues entre elles, et qui résultent, comme on va le voir, d'actions géologiques différentes.

» Ce sont :

» 1° Des surfaces s'accusant sur les cassures par de très-fines *lignes* noires, qui traversent fréquemment les échantillons de part en part et présentent tous les caractères de failles;

» 2° Des *surfaces frottées*, de longueur en général peu considérable, s'entre-croisant en tous sens, déterminant souvent la rupture des fragments qui nous parviennent, et rappelant sous tous les rapports les surfaces polies si fréquentes dans les serpentines;

» 3° Des *marbrures* noires qui ont fixé l'attention de beaucoup de minéralogistes et sur la nature desquelles on a longtemps hésité.

» Ces trois genres d'accidents, quoique distincts, sont très-habituellement en relations mutuelles, et dans certains cas ils passent insensiblement de l'un à l'autre. Ainsi les surfaces frottées se lient aux failles d'une manière intime, de façon que dans nos échantillons, vu la faible grosseur de ceux-ci, on ne peut parfois distinguer si c'est à l'un ou à l'autre de ces accidents qu'on a affaire. De même les veines noires se lient aux failles et aux surfaces frottées, en ce sens que c'est d'ordinaire le long de ces failles et de ces surfaces frottées qu'elles s'étendent. D'ailleurs la couleur noire de ces lignes de fractures en fait en quelque sorte de fines marbrures et met sur la voie de l'explication véritable de ces dernières.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, séance du 8 juillet 1867.

» Toutefois les caractères différentiels de ces diverses formes l'emportent sur leurs analogies.

» Avant tout, il importe de justifier le nom de *failles* donné plus haut aux fines lignes noires. Or, outre les caractères déjà connus qui les rapprochent de ces accidents de la géologie terrestre, je signalerai les *rejets* que parfois les lignes noires météoritiques se sont fait mutuellement éprouver.

» Le fait de ces rejets se montre d'une manière remarquablement nette sur les échantillons d'aumalite provenant de la chute de Château-Renard (Loiret) (12 juin 1841) et enregistrés sous le signe 2.Q.49. L'un de ces échantillons, qui sont au nombre de trois sous le même numéro, montre une faille qu'une seconde faille rejette de 47 millimètres. Un second offre un rejet du même genre, tout aussi net, mais de 7 millimètres seulement. Le troisième, le plus gros de tous, contient un grand nombre de failles dont beaucoup sont parallèles entre elles et qui sont accompagnées de nombreux rejets.

» L'aumalite, tombée à Girgenti, en Sicile, le 10 février 1853, présente de même (échantillon 2 Q, 334) des rejets très-nets. Dans l'échantillon 2 Q, 302 de la même chute, on voit une faille ramifiée s'arrêter brusquement à une autre faille droite; le rejet est encore évident, bien que la portion rejetée ne soit pas visible, n'étant point contenue dans l'échantillon.

» Dans la lucéite tombée à Aumières (Lozère), le 4 juin 1842 (2 Q, 145), on observe un système de failles rejeté tout entier de plusieurs centimètres par une faille transversale.

» On pourrait citer un très-grand nombre d'exemples tout à fait pareils dans beaucoup d'autres échantillons de ces roches, provenant de chutes diverses.

» Dans tous les cas, et par exemple dans le gros fragment de Château-Renard cité plus haut, on remarque que les failles sont d'autant plus noires que les rejets sont plus grands, et par conséquent que l'effort mécanique, éprouvé par la roche, a été plus considérable. C'est donc la preuve, conformément aux faits développés dans un Mémoire antérieur, que la coloration noire résulte de l'échauffement local, déterminé par le glissement des deux parois de la faille.

» Les surfaces frottées proprement dites, qui caractérisent par exemple la chantonnite, doivent être séparées des failles, non-seulement à cause de leur aspect, mais parce qu'elles résultent évidemment de phénomènes différents. Au lieu d'être dues à de grandes fractures générales, elles sont causées par une série nombreuse de concassements en tous sens. Leur identité

avec les surfaces polies des serpentines donnent à la chantonnite un faciès éruptif qui a déjà été signalé. Les marbrures noires qui les accompagnent très-souvent témoignent de la chaleur considérable dont leur production a été contemporaine.

» Comme la chantonnite, la limérickite est abondamment pourvue de surfaces frottées, et il en résulte une application utile au point de vue de la spécification des types lithologiques de roches météoritiques. J'ai précédemment indiqué (1) le caractère ambigu de la météorite d'Ohaba (Siebenbourg) (10 octobre 1857), par rapport à la montréjite et à la limérickite. Au point de vue lithologique, il y a presque autant de raison pour comprendre la météorite en question dans l'un ou dans l'autre de ces deux types. Mais il n'en est plus de même, si l'on fait intervenir les considérations qui viennent de nous occuper : la pierre d'Ohaba, présentant une magnifique surface frottée, comme la limérickite, et contrairement à la montréjite, qui n'en offre jamais, c'est du premier de ces types qu'elle doit évidemment être rapprochée.

» Enfin les marbrures noires se présentent rarement seules, et, dans ce cas, on doit présumer, d'après les faits observés, que, si l'échantillon était un peu plus grand, il comprendrait des surfaces frottées ou des failles. Quand ces surfaces frottées existent, leur liaison avec les marbrures est, comme je l'ai déjà dit, évidente : celles-ci en rayonnent pour ainsi dire. Le fait se voit très-bien, outre un grand nombre d'autres exemples, sur l'échantillon 2 Q, 144 de la chute de Salles (Rhône) (8 mars 1798), et sur l'échantillon 2 Q, 180 de la chute de Chantonnay (Vendée) (5 août 1812).

» Lorsque des surfaces frottées restent peu distantes l'une de l'autre, la zone intermédiaire est fréquemment métamorphisée d'une manière complète, au point que des écailles, enlevées dans ces régions, auraient tous les caractères de la tadjérite. C'est par exemple ce que montre la chantonnite tombée à Mexico (îles Philippines), en 1859 (2 Q, 381). Et l'on voit que le métamorphisme de l'aumalite a eu lieu dans le gisement originel des météorites par deux procédés tout à fait distincts : d'une part, l'échauffement dû à l'injection du fer fondu, comme le montre le dyke de Deesa, et, d'autre part, l'échauffement causé par la friction énergique de fragments pierreux les uns contre les autres, ainsi qu'on l'observe dans la plupart des échantillons de chantonnite. Dans ce dernier cas, l'épaisseur de la zone noire, le long des failles et des surfaces frottées, pourra peut-être, à la suite

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 134.

d'expériences, permettre d'apprécier la valeur des actions mécaniques dont il s'agit.

» Quoi qu'il en soit, on voit, au point de vue où nous sommes placés, les météorites oligosidères se répartir en trois groupes caractérisés chacun par un régime géologique particulier.

» Le premier groupe, formé par la montréjite, l'erxlébénite, etc., comprend des roches qui paraissent avoir échappé à toute action mécanique du genre de celles décrites plus haut, autant du moins qu'on en peut juger par les petits échantillons dont nous disposons.

» Dans le deuxième groupe se trouvent des roches qui, comme l'aumalite et la lucéite, présentent de longues failles fines, souvent accompagnées de rejets plus ou moins considérables. La lucéite diffère de l'aumalite en ce que les failles y sont d'ordinaire plus fines et plus nombreuses, ce qui tient peut-être à sa plus grande fragilité.

» Enfin la chantonnite et le limerickite, avec leurs surfaces frottées et leurs marbrures noires, constituent un dernier groupe qui se rapproche naturellement par son allure générale des roches éruptives terrestres. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain jurassique de Madagascar;* Note de M. P. **Fischer**, présentée par M. Daubrée.

« Les dépôts secondaires de Madagascar paraissent occuper une portion très-importante de cette grande île.

» Dans son premier voyage, M. Grandidier n'avait recueilli que quelques moules de *Nerinæa*, provenant du bassin de la rivière de Saint-Augustin, à peu de distance de la côte ouest, entre Tulléar et le pays des Antanosses émigrés; mais les dernières explorations de ce voyageur ont complété l'étude du même gisement.

» Plus au nord du gisement à *Nerinæa*, à quinze ou vingt lieues de la côte ouest, entre Moroundava et le fort Ova de Zanzine, M. Grandidier a découvert un autre horizon de fossiles secondaires beaucoup plus important que le premier par le nombre des fossiles qu'il renferme, et qui permettra peut-être de hasarder des conjectures plus précises sur l'âge des dépôts secondaires de Madagascar.

» A. *Gisement de Tulléar.* — Calcaire jaune compacte, un peu argileux, non oolithique, avec débris spathiques de crinoïdes et de coquilles de gastéropodes. Les mollusques que j'y ai reconnus sont :

» 1° *Nerinæa leiogyra*, Fischer. Espèce conique, à base très-large, munie

de deux plis columellaires et d'un pli à la partie supérieure des tours. Les grands exemplaires atteignent 16 centimètres de longueur et 8 de largeur.

» 2° *Nerinæa*, petite espèce étroite, dont on ne possède qu'un moulage spathique.

» 3° *Natica*, moule d'une coquille de la taille des *Natica Clio*, d'Orbigny (oxford-clay); *N. canaliculata*, Morris et Lycett (grande oolithe), mais à ombilic plus ouvert.

» 4° *Natica*, moule d'une espèce de la taille et de la forme du *N. dubia*, Römer (kimmeridge).

» 5° *Cerithium*, coquille de grande taille, voisine du *C. Eribote*, d'Orbigny (oxford-clay).

» B. *Gisement de Moroundava.* — Calcaire oolithique jaunâtre, renfermant de nombreux polypiers et des mollusques dont la plupart ont été roulés dans de petits cours d'eau.

» 1° *Rhyncholites*, mandibule d'un très-grand céphalopode, rappelant par sa forme le *R. gigantea*, d'Orbigny (oxfordien supérieur).

» 2° *Ammonites fimbriatus*, Sowerby (lias).

» 3° *Ammonites*, exemplaire usé, du groupe de l'*A. heterophyllus*, Sowerby (lias).

» 4° *Ammonites*, fragment d'un spécimen, du groupe de l'*A. Parkinsoni*, Sowerby (oolithe inférieure).

» 5° *Cerithium*, petite espèce voisine du *C. Russiense*, d'Orbigny (oxford-clay).

» 6° *Alaria*, plusieurs espèces usées et incomplètes.

» 7° *Solarium*, voisine du *S. polygonum*, d'Archiac (grande oolithe).

» 8° *Natica canaliculata*, Morris et Lycett (grande oolithe).

» 9° *Trochus*, voisin du *T. Ibbetsoni*, Morris (grande oolithe).

» 10° *Astarte excavata*, Sowerby (oolithe inférieure).

» 11° *Astarte*, espèce du groupe des *A. depressa*, Munster (oxfordien); *minima*, Phillips (grande oolithe).

» 12° *Astarte*, très-petite coquille, du groupe des *A. Phillis* d'Orbigny (oxford-clay); *alta*, Goldfuss (lias).

» 13° *Nucula ovalis*, Zieten (lias).

» 14° *Rhynchonella tetraedra*, Sowerby (lias, oolithe inférieure).

» 15° *Rhynchonella concinna*, Sowerby (grande oolithe).

» Les polypiers, très-nombreux en échantillons, se réduisent néanmoins à trois espèces. Leur détermination a été faite par M. de Fromentel, dont la

compétence en ces matières est connue de tous les paléontologistes. Je me borne à donner un extrait des notes qu'il m'a envoyées.

» 16° *Montlivaultia trochoides*, Edwards et Haime (oolithe inférieure).

» 17° *Épismilia Grandidieri*, Fromentel ; polypier trochoïde, légèrement courbé à la base et couvert d'une épithèque plissée et complète, mais qui laisse entrevoir le système costal. Calice ovale et assez profond. Cloisons larges, courbées de la circonférence au centre, et épaissies près de la fossette columellaire. On compte 24 grandes cloisons subégales, 24 petites et 48 rudimentaires; en tout 96 ou 5 cycles complets. La fossette columellaire est allongée, très-étroite, réduite à une ligne; elle est oblique sur le grand axe du calice et mesure 6 millimètres de longueur. Hauteur du polypier : 45 millimètres; diamètre du calice : 15 millimètres sur 12.

» Cette espèce n'offre d'analogie qu'avec deux fossiles figurés par Milne Edwards et Haime (1), l'un sous le nom de *Zaphrentis Waltoni* (bajocien), l'autre sous le nom de *Cyathophyllum novum* (lias). Ces deux fossiles, dont le calice, plus ou moins engagé dans la roche, n'a pas permis une détermination rigoureuse, ont été rapprochés avec doute des zoanthaires rugueux. C'est avec une certaine hésitation que nous voyions des représentants des zoanthaires rugueux, en dehors des terrains paléozoïques, se montrer jusque dans les terrains jurassiques, et nous sommes heureux d'avoir pu lever cette difficulté à l'aide du fossile de Madagascar, qui représente sans aucun doute la série des zoanthaires qui ont vécu dans les terrains jurassiques.

» 18° *Isastræa Fischeri*, Fromentel : polypier aplati, à surface un peu bombée, à plateau plan et couvert d'une forte épithèque plissée concentriquement. Calices inégaux, polygonaux et assez profonds. Environ 34 cloisons dans les grands calices ; elles sont larges, bien développées et inégales selon les cycles. Diamètre des calices : 6 à 8 millimètres dans les grands, et 3 à 4 millimètres dans les jeunes.

» Cette espèce rappelle plutôt la forme générale des *Isastræa* du lias, que celle des *Isastræa* de l'oolithe inférieure.

» Le caractère général de ces faunes est donc bien nettement secondaire par la présence des genres *Ammonites, Nerinæa, Alaria, Isastræa;* d'après les quelques espèces déterminées et les affinités des autres formes, on peut affirmer qu'elles appartiennent à la formation jurassique et à un horizon

(1) *British foss. corals, pl.* 27, *fig.* 8, et *pl.* 30, *fig.* 7.

représentant le lias et l'oolithe. Il se peut que les fossiles de Madagascar indiquent quelques horizons stratigraphiques distincts; malheureusement les coupes nous font défaut.

» Il serait intéressant de savoir si l'on pourra plus tard relier les dépôts jurassiques de Madagascar aux couches du même âge signalées sur quelques points de la côte est de l'Afrique, à peu de distance de Zanzibar. Sur la côte ouest, on a recueilli quelques fossiles du lias; mais ces fossiles n'ont pas été étudiés suffisamment, et en réalité la géologie de l'Afrique et de Madagascar est encore bien peu connue. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la lanarkite de Leadhills (Écosse).* Note de M. F. **Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Là lanarkite, décrite en 1820 par Brooke, a été trouvée à Leadhills, en Écosse, associée avec la suzannite, la calédonite et la leadhillite. L'analyse de Brooke lui donne comme composition : sulfate de plomb = 53,1, carbonate de plomb = 46,9, ce qui correspond à la formule $\dot{P}b\dddot{S} + \dot{P}b\ddot{C}$. Plus tard, Thomsen a donné une analyse presque identique; seulement il est à remarquer que la densité trouvée par ce dernier n'est que de 6,3 à 6,4, tandis que celle trouvée par Brooke est de 6,8 à 7. Une différence aussi considérable dans la densité d'une même substance, surtout lorsque la composition est constante, aurait déjà dû depuis longtemps attirer l'attention des minéralogistes et nécessiter de nouveaux essais sur ce minéral intéressant.

» Voici maintenant le fait principal qui m'a conduit à reprendre l'étude de la lanarkite. On a toujours donné comme caractère chimique à cette substance de se dissoudre en partie dans l'acide azotique, en faisant effervescence et laissant un résidu de sulfate de plomb; or en examinant, il y a plus d'un an, un échantillon qui se trouvait dans ma collection, j'ai constaté qu'il ne faisait pas la moindre effervescence avec les acides, quoique ayant les mêmes caractères extérieurs que tout ce que j'avais vu comme lanarkite. Dès ce moment, j'ai voulu m'assurer si le même fait se reproduisait avec d'autres échantillons, et j'ai non-seulement essayé tous ceux que j'ai pu me procurer, mais aussi j'ai engagé les personnes qui avaient des collections à faire de même. Il en est résulté qu'aucune collection à Paris ne possède une lanarkite faisant effervescence. Sur quelques rares échantillons on a eu une effervescence faible; mais alors on a pu constater que les cristaux étaient altérés par suite d'un enduit de carbonate de plomb

ou par une pénétration intime de lamelles de leadhillite, ainsi que l'a constaté M. Des Cloizeaux. L'analyse qualitative des échantillons les plus frais ne m'ayant donné que du plomb et de l'acide sulfurique, j'ai pensé que la plupart des morceaux existant dans les collections comme lanarkite n'étaient que de l'anglesite, et que la véritable lanarkite devait être excessivement rare. Cependant M. Des Cloizeaux, ayant examiné dernièrement un échantillon bacillaire de lanarkite qui ne faisait pas effervescence, a constaté que le clivage facile faisait avec une autre face assez nette un angle de 120 degrés environ, tandis que ce clivage et cet angle de 120 degrés n'existent pas dans l'anglésite. De plus, il a observé, comme moi, que l'on voyait à travers la face du clivage, qui est celle de l'aplatissement des cristaux, un seul système d'anneaux colorés circulaires. Ayant regardé dans l'huile une aiguille très-mince de ce minéral, il a constaté qu'il possédait une dispersion inclinée fort belle, avec un écartement d'axes de 64 degrés, environ. M. Des Cloizeaux m'ayant communiqué ces résultats, que j'ai pu observer de la même manière avec l'échantillon de ma collection, je fus persuadé, dès lors, que je n'avais pas affaire à du sulfate de plomb ordinaire; j'en ai fait l'analyse quantitative, et ce sont ces résultats que je vais avoir l'honneur de présenter à l'Académie.

» Comme la lanarkite est formée de cristaux bacillaires ou d'aiguilles divergentes fortement aplaties et fragiles, il n'est guère possible de les tailler pour les observations au microscope polarisant, et l'on est obligé de se contenter de l'emploi d'une aiguille très-fine et suffisamment transparente. La double réfraction est très-énergique. Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie. La bissectrice aiguë est *négative;* mais sa position exacte par rapport au clivage facile n'a pu être déterminée. J'ai observé, pour l'écartement des axes dans l'huile :

$$2H = 65^\circ 3' \text{ rayons rouges}; \quad 2H = 63^\circ 55' \text{ rayons verts.}$$

» La dispersion *inclinée* est très-marquée et se manifeste par une différence notable dans la forme et le diamètre des anneaux des deux systèmes et par la vivacité des couleurs rouge à l'*intérieur*, bleue à l'*extérieur*, qui bordent l'hyperbole d'un des systèmes, l'hyperbole de l'autre système ne présentant que des teintes très-pâles d'un bleu vague des deux côtés.

» La densité = 6, 8. Au chalumeau, la lanarkite fond facilement en colorant la flamme en bleu. Fondue dans un creuset de platine, elle cristallise par refroidissement en longues aiguilles.

» Au spectroscope, on voit les raies du plomb. Elle est soluble en

partie, sans effervescence, dans l'acide azotique étendu, en laissant un résidu de sulfate de plomb; la solution partielle précipite par l'acide sulfurique du sulfate de plomb. A chaud, l'acide azotique étendu finit par la dissoudre complétement. Elle est soluble dans une lessive de potasse.

» Elle m'a donné à l'analyse :

		Oxygène.	Rapports.
Oxyde de plomb............	82,73	5,97	2
Acide sulfurique............	15,10	9,06	3
Perte au feu...............	0,83	»	»
	98,66		

» Ces rapports conduisent à la formule $\dot{P}b^2\dddot{S}$, qui est celle d'un sulfate basique de plomb. On n'a pas encore obtenu artificiellement un pareil composé par voie humide ; mais Berthier le cite dans ses *Essais par voie sèche*, comme se formant lorsqu'on fond 1 atome de sulfate de plomb avec 1 atome d'oxyde de plomb à une forte chaleur blanche; il a obtenu ainsi des lamelles cristallines et souvent, dans l'intérieur de la masse, d'assez gros prismes.

» L'analyse de Brooke donnant pour l'acide carbonique contenu dans la lanarkite 7,3 pour 100, tandis que j'ai obtenu seulement 0,83 pour 100 de perte au feu, en chauffant même jusqu'à fusion, il est évident que ce minéralogiste doit avoir opéré sur un mélange, à moins d'admettre, ce qui est peu probable, que ce qu'il a appelé lanarkite soit un minéral très-rare, que la plupart des collections ne possèdent point. D'ailleurs les caractères cristallographiques et la densité du minéral que j'ai essayé sont les mêmes que ceux donnés par Brooke pour la lanarkite. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'emploi du gaz pour l'obtention de hautes températures;* Note de MM. **L. Forquignon** et **A. Leclerc**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« ..... La question que nous nous sommes proposée est de soumettre à des températures élevées de petits creusets en platine ou en biscuit de porcelaine, d'une capacité de 15 à 20 centimètres cubes. Il nous a semblé qu'en combinant le principe des fourneaux Schlœsing et Perrot, c'est-à-dire en se servant d'un appareil à flamme renversée, dans lequel la combustion serait rendue plus active au moyen d'un soufflet, on parviendrait sans peine à développer des effets calorifiques remarquables. Nous sommes parvenus à fondre aisément, en moins d'un quart d'heure, une quarantaine de grammes de fer doux, sans avoir besoin d'autres soufflets ni d'autres

chalumeaux que ceux qui servent maintenant à travailler le verre dans les laboratoires. Les premiers essais relatifs à cet appareil ont été exécutés au laboratoire de la station agronomique de l'Est.

» Le fourneau en question se compose de deux parties, l'enveloppe intérieure et le couvercle mobile. Le couvercle s'appuie sur un rebord adapté inférieurement à l'enveloppe intérieure, et peut être enlevé au moyen d'une poignée en fil de fer. Les parois sont très-épaisses, pour mieux retenir la chaleur; une chemise de tôle mince, à laquelle est soudée la poignée, sert à le consolider, et il présente à son bord inférieur huit ouvertures symétriquement placées, qui livrent passage aux gaz de la combustion.

» Le creuset qu'il s'agit de chauffer est soutenu, au centre de l'enveloppe intérieure, par un support en gros fil de platine qui s'appuie sur une petite portée. Si l'on insuffle dans la cavité intérieure un mélange d'air et de gaz enflammé, ce mélange circulera d'abord autour du creuset, puis dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe intérieure et le couvercle, et il sortira enfin par les huit ouvertures de celui-ci. La chaleur sera ainsi retenue aussi bien que possible. Cela posé, la manœuvre de l'appareil est des plus simples. Après avoir disposé le support en platine et le creuset, on place le couvercle, et l'appareil tout entier est disposé sur un support fixé solidement. A quelques centimètres au-dessous de l'orifice circulaire inférieur, se trouve la buse d'un chalumeau, tel que ceux qu'on emploie pour souffler le verre. On allume et l'on donne peu à peu le vent, de façon à porter lentement le fond du creuset un peu au-dessus du rouge sombre.

» Ce réglage est facile, si l'on a soin d'observer le fond du creuset avec un petit miroir. On dispose le chalumeau de manière à donner à la partie visible une couleur rouge uniforme, sans espace obscur au milieu, et l'appareil étant ainsi mis au point, on augmente progressivement l'arrivée de l'air, et l'on donne plus ou moins de gaz, suivant la température qu'on désire atteindre. L'emploi du miroir permet, à chaque instant, de juger de la marche du chauffage, et, par un simple jeu de robinets, on peut maintenir la température sensiblement constante aussi longtemps qu'on veut, ou bien, au contraire, la faire varier à volonté, lentement ou d'une manière brusque.

» Voici les détails d'une expérience relative à la fusion du fer doux. On a rempli un creuset en biscuit avec des pointes de Paris coupées en petits morceaux.

Durée totale de l'expérience	12 minutes.
Durée de l'allumage et réglage préliminaire	2′30″.
Le couvercle est rouge à la partie supérieure au bout de	5 minutes.
Pression du vent	110 millimètres de mercure.
» du gaz	34 millimètres d'eau.
Volume du régulateur de pression	45 litres.
Diamètre de l'orifice d'arrivée du vent	2 millimètres.

» Le creuset est tellement ramolli, qu'on plie en deux le couvercle, comme une feuille de papier, en le saisissant avec une pince. Le fer doux est très-liquide. Après refroidissement, le bouton, bien rassemblé, pèse 38gr,40. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 7 janvier;* Note de M. CHAPELAS.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations que nous avons faites sur l'aurore boréale du 7 janvier dernier. Pour la première fois de l'année, l'aurore boréale a fait son apparition sur l'horizon de Paris.

» Vers 11 heures du soir, malgré la clarté de la Lune, très-vive à ce moment, le ciel présentait un aspect insolite vers le nord. Cependant il n'était pas facile, dans ces conditions tout à fait défavorables à l'observation, de reconnaître les préludes d'une aurore boréale. Néanmoins, notre attention fixée sur ce point, nous ne tardions pas à constater que nos prévisions étaient complétement fondées. En effet, à minuit, au-dessus des brumes épaisses qui enveloppent l'horizon nord, et en un point exactement correspondant à la direction du méridien magnétique, le ciel, à une hauteur de 15 degrés, s'illumine d'une clarté blanchâtre très-vive, qui rappelle le jour naissant.

» $12^h 15^m$. Des plaques verdâtres remplacent cette première lueur, et des amas de matières diffuses rouges se forment bientôt et s'élèvent jusque dans Cassiopée, qu'elles envahissent complétement, laissant voir à travers leur composition diaphane les différentes étoiles de cette belle constellation. A ce moment aussi apparaît un beau rayon rouge sang, d'une grande intensité, qui se dissipe presque immédiatement. L'aurore boréale gagne alors vers l'ouest jusqu'aux Perseïdes, et à l'est jusqu'à la Petite Ourse.

» $12^h 30^m$. A cette heure, le phénomène entre dans sa phase la plus brillante. La matière rouge envahit tout l'horizon nord, sur une largeur de 80 degrés. Quelques beaux rayons, de la couleur du fer chauffé au rouge, s'élèvent vers le zénith à une hauteur de 45 degrés, mais ne persistent pas. Une force agissant du sud semble s'opposer à leur développement. Enfin

un beau et dernier rayon, d'un rouge très-vif, s'élève du côté de l'est, en traversant la Grande Ourse.

» De $12^h 30^m$ à $12^h 45^m$, le phénomène a disparu, laissant au ciel en certains endroits une légère teinte rosée. A $12^h 45^m$, de nouvelles plaques rouges se forment, subsistent quelques instants, puis disparaissent complétement. Le ciel reprend sa teinte normale; l'apparition est terminée.

» Le mouvement de cette aurore boréale était du nord-ouest à l'est, contrariée, comme nous l'avons dit plus haut, par des influences du sud. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le nivellement du zéro des échelles indiquant les hauteurs de la Seine; par* M. **Poirée.**

« L'auteur communique un tableau des observations faites les 11 et 13 octobre 1838 sur les hauteurs des eaux de la Seine à différentes échelles existant dans Paris, le barrage mobile et les vannes du pont Notre-Dame étant alternativement ouverts et fermés.

» Les ordonnées des zéros de toutes les échelles, dont celui du pont de la Tournelle était au niveau de l'étiage de 1719, sont rapportées au plan horizontal du nivellement général de Paris (ancien nivellement) qui est à 50 mètres au-dessus du niveau légal du bassin de la Villette (ancien niveau). Pour les rapporter au niveau moyen de la mer à Marseille, pris pour repère général du nivellement de la France, il faut retrancher les ordonnées des tableaux dressés par les soins de l'auteur du nombre constant $101^m,525$.

» Parmi ces échelles, celles des ponts de Bercy et d'Austerlitz, de l'estacade Louviers, du pont de la Tournelle, du quai d'Orléans paraissent destinées à indiquer l'influence des crues en amont de Paris; la quantité d'eau qui recouvre les zéros de ces échelles à l'étiage ne diffère que de 7 à 8 centimètres; d'autres indiquent le tirant d'eau des bateaux à l'étiage. Ainsi, quand l'eau affleure le zéro de la Tournelle, le zéro de l'échelle du canal Saint-Martin est recouvert d'une lame d'eau de $1^m,35$; les zéros des ponts Royal et de la Concorde sont à $0^m,58$ au-dessous de la surface de l'eau pour indiquer que certains hauts fonds au-dessous de Paris limitaient le tirant d'eau à la hauteur de $0^m,58$ jusqu'à Mantes, où le zéro, placé à $0^m,80$ au-dessous de la surface de l'eau, indiquait qu'il y avait cette hauteur de $0^m,80$ au-dessus des hauts fonds jusqu'à Rouen (1). Enfin on

(1) L'échelle de Melun indiquait le tirant d'eau à l'étiage en amont de Paris.

paraît avoir eu l'intention de placer toutes les échelles en aval du pont de la Tournelle, sauf celles des ponts Royal et de la Concorde, au même niveau que celui de la Tournelle, afin de pouvoir trouver immédiatement, par la comparaison de deux ordonnées, la pente de la rivière par tous les états des eaux.

» Toutes ces indications ont donc un caractère pratique et se rapportent surtout aux besoins de la batellerie et à la sûreté de la navigation dans les eaux de Paris. L'auteur se réserve de revenir sur ce sujet. »

M. **Renaud** adresse une Note « sur l'avenir du globe terrestre ».

ASTRONOMIE. — *Lettre de M. P.* **Bert** *à M. le Président, à propos d'une Note précédente de M. Faye, sur la situation actuelle du Bureau des Longitudes.*

« En rentrant à Paris après les vacances de l'Assemblée, je lis dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences (séance du 23 décembre 1872) une Note de M. Faye, membre du Bureau des Longitudes, dans laquelle ce savant croit devoir défendre « contre des critiques passionnées » le sort de ce Bureau que, selon lui, j'aurais demandé à la Chambre « de réduire » ou même de supprimer. »

» Je ne saurais suivre aujourd'hui M. Faye dans les détails de son long plaidoyer: Mais il me paraît nécessaire, et j'espère que l'Académie voudra bien me le permettre, de réduire à ses proportions véritables, en rétablissant l'exactitude des faits, le rôle que j'ai cru devoir jouer en cette affaire ; il suffira pour cela de citer les paroles mêmes que j'ai eu l'honneur de prononcer devant l'Assemblée nationale.

» Je disais :

« . . . . . Des hommes éminents soutiennent — et je traduis simplement leur opinion, sans avoir la prétention d'affirmer moi-même, ne me sentant pas la compétence ni l'autorité nécessaires pour assumer une lourde responsabilité, et sans vouloir proposer une mesure législative ou budgétaire — des hommes éminents soutiennent que le Bureau des Longitudes ne rendrait point à la science astronomique les services qu'on avait espérés de son institution. » (*Journal officiel*, 1872, p. 7657.)

» Le seul point sur lequel j'ai cru pouvoir être plus affirmatif, c'est sur la publication de la *Connaissance des Temps*.

« De l'aveu de tous les astronomes, dis-je (et j'aurais dû, paraît-il, dire de *presque* tous), il serait préférable de créer un bureau spécial chargé, comme en Angleterre, de la publication de la *Connaissance des Temps*, et de lui donner des allocations budgétaires qui ne devraient pas dépasser 40 000 francs. »

» Enfin, comme conclusion de ces observations diverses, je me bornais à ajouter :

« Dès à présent se trouve réunie au Ministère de l'Instruction publique une Commission astronomique chargée de donner son avis sur les questions relatives à la réorganisation de ces observatoires autrefois nombreux sur la surface de notre territoire, et qui aujourd'hui ont à peu près complétement disparu. Cette Commission ne se sentirait sans doute pas suffisamment autorisée pour se prononcer sur les attributions du Bureau des Longitudes ; mais l'Assemblée peut lui donner l'autorité qui lui manque..... Je prie donc M. le Ministre de l'Instruction publique de vouloir bien saisir de cette question la Commission qui, actuellement et aujourd'hui même, je crois, se réunit à son Ministère, dût-il, pour lui donner plus d'autorité et de compétence, lui adjoindre quelques membres nouveaux. (*Journal officiel*, p. 7658.)

» Je demandais donc simplement qu'une question qui divise les savants, et dont s'était occupée avec ardeur la presse scientifique, fût soumise à l'examen d'une Commission dont faisaient précisément partie, avec M. Faye, tous les astronomes du Bureau des Longitudes. Je demandais qu'à la suite d'une discussion approfondie les conclusions de cette Commission si compétente fissent savoir au pays, non pas si le Bureau des Longitudes avait compté et compte dans son sein des hommes éminents dont les travaux font la gloire de la France (cela n'est point en question), mais si l'organisation de ce Bureau répond aux besoins actuels de la science, et si les allocations si faibles que le budget attribue aux sciences astronomiques « sont » employées au mieux des intérêts de ces sciences ».

» Qu'il me soit permis de le dire : si j'avais eu l'honneur de faire partie du Bureau des Longitudes, je me serais emparé de cette demande et de la promesse faite par M. le Ministre de saisir la Commission ; j'aurais hautement réclamé le procès, un vrai procès, avec attaques et ripostes, afin que « les critiques passionnées » fussent réduites à néant, afin que le Bureau, sorti victorieux de la lutte, pût réclamer avec une autorité plus assurée la direction de l'Astronomie et de la Géodésie françaises.

» L'honorable M. Faye en a jugé autrement : il a pensé que l'appui moral que l'Académie ne pouvait guère refuser à son Président constituerait un jugement sans appel. Je n'aurais pas la hardiesse d'émettre une opinion sur ce point délicat ; mais j'ose espérer que l'Académie, dont l'autorité grandit toute chose, comprendra combien j'ai été sensible à l'expression d'une sorte de blâme prononcé devant elle par un de ses Membres, et qu'elle voudra bien autoriser dans ses *Comptes rendus* la publication de la présente Lettre. Ce sera une marque nouvelle de bienveillance ajoutée à

celles que j'ai déjà reçues d'elle, et pour lesquelles je m'honore de lui témoigner en toutes circonstances et ma gratitude et ma déférence profonde. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉS SECRETS.

(Séances des 6 et 13 janvier 1873.)

L'Académie adopte la résolution suivante :

« L'Académie, s'associant aux sentiments exprimés dans la Note qui lui a été communiquée par M. Faye, charge sa Commission administrative d'exposer à M. le Président de la République les motifs considérables qui, dans l'intérêt de la culture des hautes Mathématiques et de leurs applications à la Mécanique céleste, à la Géodésie et à la Physique du Globe, lui font désirer l'adoption de toute mesure propre à assurer le fonctionnement et à développer les moyens d'action du Bureau des Longitudes. »

L'Académie décide que la Note suivante, rédigée, en conséquence de la résolution précédente, par son vice-Président, M. Bertrand, sera publiée dans les *Comptes rendus*.

NOTE

présentée par la Commission administrative de l'Académie des Sciences

A M. LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE.

« La France, avant 1789, prenait depuis plus d'un siècle une part active et glorieuse aux progrès de l'Astronomie. A Paris, seulement, Jean Bernoulli, en 1760, avait rencontré plus de dix observatoires, où de bons instruments étaient maniés chaque jour par d'habiles et consciencieux observateurs.

» L'ancien Observatoire royal, celui de l'École militaire ; ceux de l'hôtel de Cluny, du Luxembourg, du collége Mazarin, immortalisé par Lacaille ; celui de Lemonnier aux Capucins de la rue Saint-Honoré ; ceux de Pingré à Sainte-Geneviève, de Delambre, rue de Paradis, et du président Saron, rue de l'Université, sont cités avec honneur dans l'histoire de la Science, et chaque phénomène nouveau survenu dans le ciel entretenait entre tant d'astronomes une incessante et fructueuse émulation.

» En 1795, les savants dispersés, presque tous sans ressource, étaient hors d'état de continuer leurs travaux ; la Convention, pour assurer au moins

les observations et les calculs indispensables à la navigation, créa le Bureau des Longitudes, en lui confiant, avec la direction de l'ancien Observatoire royal et de celui de l'École militaire, la mission de publier chaque année la *Connaissance des Temps*, de vérifier les instruments de précision utiles à la Marine, particulièrement les chronomètres, et de signaler les progrès de la Science, souvent dus à ses propres membres, pour en faire aussitôt profiter le pays. L'institution répondait à un besoin réel; les résultats furent immédiats et excellents. Lagrange, Laplace et Prony, Lalande, Cassini et Méchain, Borda et Bougainville, interrompant pour un temps leurs travaux, organisèrent et dirigèrent les différents services; l'autorité de leur nom imposait à tous une déférence empressée, et le Bureau des Longitudes se trouva bientôt, sans qu'aucun décret l'en eût expressément chargé, chef suprême des travaux de la carte de France, du complément des études relatives à la méridienne, de la confection des cartes marines et de la vérification des chronomètres. La *Connaissance des Temps*, recherchée dans le monde entier, pour l'exactitude de ses Tables publiées longtemps à l'avance, transforma, grâce aux savantes additions signées par Lagrange et par Laplace, la petite et glorieuse compagnie en une véritable académie astronomique, comptée bientôt parmi les plus illustres. La tradition s'est conservée jusqu'à nos jours: Poisson, Savary et Poinsot, MM. Liouville, Chasles, Le Verrier, Delaunay, Puiseux, Faye et Villarceau ont fait du précieux recueil une collection de beaux et profonds Mémoires qui permettent d'affirmer que, contrairement au dire populaire, les almanachs de l'an passé, et bientôt sans doute ceux du siècle passé, garderont cette fois la plus grande partie de leur valeur.

» Mais le Bureau des Longitudes, s'il a conservé sans l'amoindrir la tradition des travaux et des publications originales, s'est vu enlever depuis vingt ans les occasions de rendre les services, plus faciles en apparence, qu'on aurait pu avec confiance demander au zèle de ses membres.

» Par des raisons que nous n'avons pas à examiner, mais dont le résultat semble profondément regrettable, le corps d'état-major, justement confiant dans l'habileté et la science de ses officiers, a cessé de prendre ses inspirations au Bureau des Longitudes; muni de bons instruments, et familiarisé avec les méthodes les plus exactes, il oublie peut-être que la science marche sans cesse, et que celui qui se contente de faire bien, sans se préoccuper chaque jour de faire mieux encore, s'expose à être dépassé.

» Le Ministère de la Marine a chargé directement les officiers d'étudier la marche des chronomètres.

» La direction de l'Observatoire, qui pouvait seule donner aux astronomes les instruments nécessaires pour juger avec certitude les inventions soumises à leur appréciation, ou les progrès imaginés par ses membres, a cessé, depuis 1854, d'appartenir au Bureau des Longitudes. Comment s'étonner que la savante compagnie, successivement privée des occasions et des moyens d'être utile, ait pu être présentée, par des critiques malveillants ou mal renseignés, comme insouciante de ses devoirs et parfois inférieure à sa mission ?

» Le Bureau des Longitudes réunit dans son sein, depuis soixante-quinze ans, les savants les plus éminents de notre pays; aujourd'hui encore, ceux de nos confrères qui en font partie sont comptés, dans les questions astronomiques, comme les guides et les lumières de l'Académie; ils ont accompli, sans y manquer jamais, toujours avec dévouement, souvent avec éclat, la tâche importante qui leur est confiée. Nous demandons pour eux, dans l'intérêt de la science et du pays, une part plus grande d'influence et de travail, et nous osons vous promettre, Monsieur le Président, qu'elle restera, quelque grande qu'on la fasse, inférieure encore à leur bonne volonté et à leur dévouement à la science. »

La séance est levée à 6 heures. D.